DIE NATURWISSENSCHAFTEN

1. Jahrgang. 5. Dezember 1913. Heft 49.

Die Wirkung der Sonnenstrahlung auf die Ozeane und deren Ausbeutung.

Von Prof. Dr. V. Hensen, Kiel.

Man rechnet, daß die Oberfläche unserer Meere nahezu $^2/_3$ der Oberfläche der Erde beträgt. Neben dem rein wissenschaftlichen Interesse daran, wie sich die Produktion des Meeres an Energie und Stoff zu der des Festlandes verhält, legt sich noch die Frage nahe, ob und wie eine Ausbeutung der auf die Ozeane fallenden Sonnenenergie durch den Menschen möglich sein könnte. Diese Frage hat insofern einige Bedeutung, als wir neuerdings mit unserer subterrestrischen Erbschaft an Kohle und Erdölen einen gewaltigen Luxus treiben. Freilich würden wir ohne diesen weder im Frieden noch im Krieg so weiterwirtschaften können. Noch vor 70 Jahren waren es nur der König und die Kanonen, die mit 6 Pferden fahren durften. Heute fahren schon die meisten Fischer, wenn nicht mit Dampfschiff, so doch mit 6 bis 10 PS auf das Meer hinaus, und wer eilig oder bequem ist, durchläuft per Auto seine Bahn mit einer Geschwindigkeit, die ein Vorspann von 6 Pferden nicht erreichen könnte. Das besagt indessen nichts, denn fast alles, was wir an Dampfkraft, Gas und Elektrizität verwenden, wird durch die gespeicherte Sonnenenergie bereitet.

Man beginnt die Flußgefälle zur Gewinnung von Elektrizität auszunutzen. Die Vorausberechnungen lauten verschieden, doch soll z. B. der Rhein in der Schweiz dreimal 40 000 PS liefern können. Die neueren großen Ozeandampfer und die größeren Kriegsschiffe brauchen bei rascher Fahrt etwa je die gleichen Mengen. Es wäre gewagt, von der Ausnützung aller unserer Flüsse viel zu hoffen. Ob heute der Holzzuwachs aller unserer Wälder unserer Erde neben dem sonstigen Holzbedarf die Heizung unserer stetig wachsenden Wohnräume decken könnte, ist sehr zweifelhaft; verzehren doch allein die Papierfabriken ganze Gehölze.

Mögen Erdöle und Steinkohlen noch wenige tausend Jahre ausreichen, die rasch anwachsenden Produktionskosten bei dem in immer größere Tiefen dringenden Abbau dürften die Preise bald erheblich steigern. Es legt sich die Frage nahe, ob die überwiegend große Menge der Sonnenstrahlen, die die Ozeane trifft, eine Ausbeutung zugunsten des Energiebedarfs der Menschheit gestattet?

Auf dem Festland erwärmt die Sonne vorwiegend die Oberfläche und nächtlich geht diese Wärme wieder verloren. Wenige Fuß unter der Erdoberfläche ist die Temperatur im Sommer und im Winter die gleiche. In das durchsichtige Meer dringen die Sonnenstrahlen sehr viel tiefer ein. Die Oberfläche erwärmt sich weniger stark und strahlt daher auch weniger Wärme aus. Sie verliert namentlich durch Wasserverdunstung Wärme. Die Wasserwärme, die in den Tropen 25° bis 28° C. erreicht, geht außerdem durch Ausgleich mit den polaren Gewässern immer wieder verloren, oder der Wärmegehalt des Meeres wird sogar fortwährend vermindert. Würde nämlich die Wärme aufgespeichert, so würde sie während der langen Zeit, innerhalb deren die Ozeane annähernd in der jetzigen Gestalt bestanden haben, durch Leitung sehr tief eingedrungen sein müssen. Es ist aber die Abkühlung bereits in der Tiefe von 400 m sehr bedeutend, und am Meeresboden ist die Temperatur nahe 0° oder selbst noch etwas niedriger. Die subtropischen fossilen Pflanzenreste und die großen Steinkohlenlager an der Westküste von Spitzbergen beweisen meines Erachtens schlagend, daß das gerade dorthin treibende warme Wasser des nördlichen Atlantischen Ozeans in der Vorzeit einen viel größeren Wärmegehalt besessen haben, die Aufspeicherung der Wärme sich daher vermindert haben muß: eine Wiedervermehrung dieser Gabe ist möglich, aber sie kann kaum erwartet werden. Die Ozeane versorgen das Festland mit Regen, mit Wärme und mit Wind, sind dafür freilich nicht die einzige Quelle.

Eine Aufspeicherung der Energie wird nur durch die Körper von Organismen bewirkt werden können. Indem in dieser Arbeit die Erzeugung der Organismenmasse zum *Kern* der Darlegung genommen wird, geschieht dies *nur wegen des wissenschaftlichen Interesses* des Problems, da eine *Aufspeicherung der Körper* infolge der im Ozean obwaltenden, eigentümlichen Bedingungen verhindert wird. Ein näheres Eingehen dürfte auch deshalb erlaubt sein, weil es gerade die *deutschen* Studien sind, die eine Beantwortung des scheinbar so gewaltigen Problems: „was an Organismen in den Ozeanen erzeugt wird", in vorläufig genügender Weise gegeben haben.

Die allgemeine Meinung der Zoologen war früher die, daß die kleinen, mehr oder weniger mikroskopischen Organismen des Meeres, die als Nahrung für dessen größere Tiere dienen, wesentlich in Schwärmen verbreitet seien[1]). Man erbeutete sie nämlich mit *horizontal gezogenen*, mit ziemlich dichtem Zeug bezogenen Schmetterlingsnetzen. Da die Organismen, durch äußere Umstände bestimmt, auf und ab steigen, wurde bald wenig, bald viel gefangen. Dieser Befund wurde um so mehr auf Schwärme gedeutet, als einzelne größere Tierarten sich in der Tat zusammenscharen, und weil die Meeresoberfläche bei ruhigem Wasser namentlich in Strömungen, die vom Ufer herkommen, zuweilen auf meilenweite Strecken durch Tiere gefärbt sein kann.

Es ist unzweifelhaft, daß nur Züge vom Meeresboden aus vertikal nach oben, oder doch wenigstens

[1]) Für diese Ansicht vergleiche: *Haeckel, E.*, Planktonstudien, Jena 1890.

von einer Tiefe aus, bis zu der die lebenden Organismen ihrer Mehrzahl nach zu gehen pflegen, vertikal nach oben, ein Urteil über die Verbreitung der Massen unter der Oberfläche geben können. Dazu müssen dann auch noch *Zählungen*, nach Art der Blutkörperchenzählungen, von abgemessenen Bruchteilen des Fanges kommen, da Volumenbestimmungen wegen sehr verschiedener Sperrigkeit der oft mit langen Fortsätzen versehenen Organismen wenig brauchbar sind. Auf Grund dieser Überlegung bin ich nach vielen Versuchen zur Konstruktion einer Netzform gekommen, die quantitativ bestimmbare Wassermassen durchfischt und selbst auf hoher See gut arbeitet. Auf deren Beschreibung gehe ich hier nicht ein, erwähne nur, daß der Netzbeutel aus feinster Seidengaze besteht. Die Poren darin sind nur noch mit der Lupe deutlich sichtbar, aber dennoch gehen die kleinsten Organismen glatt durch sie hindurch. Die Auszählungen der Netzfänge ergeben daher nur ein Bild von der Menge der etwas größeren treibenden Bestandteile, nicht aber von den großen, seltenen und auch nicht von den sehr kleinen Formen. Der Fang wird also nur ein Mindestmaß des Gehalts in der mit dem Netz abgefischten Wassersäule, die etwa 735 qcm Querschnitt hat, ergeben. Da aber fast alle *Tiere* gefangen werden, abgesehen von den relativ sehr seltenen großen Tieren, und da die Nahrung gerade der kleinen Tiere zum Teil aus den kleinsten Organismen besteht, so geben die Fänge *indirekt* einen Anhalt auch für die Dichte der kleinsten Formen.

Die direkte Untersuchung dieser kleinsten Organismen hat *Lohmann*[1]) in folgender Weise ausgeführt. Wasser wurde aus verschiedenen Tiefenstufen entnommen, filtriert oder zentrifugiert und auf den Bestand der verschiedenen Arten ausgezählt. So wurde zwar eine Vorstellung über die Dichte auch der kleinen Organismen gewonnen, doch konnte die Zahl der Bakterien in dem Gewimmel dieses sog. Nanoplanktons noch nicht ermittelt werden. Überhaupt ist das Ergebnis unvollständig, weil die Verbreitung nach der Tiefe, wie *Apstein*[2]) nachgewiesen hat, recht unregelmäßig ist, so daß nicht ersehen werden kann, wie der Gehalt des Wassers ober- und unterhalb der Probeentnahme gewesen ist. Ein exaktes Verfahren ist die Entnahme einer ganzen Wassersäule durch einen offen hinabgelassenen Spritzenschlauch. Während dessen oberes Ende an Deck bleibt, wird das untere Ende hoch gezogen und so die ganze vertikale Wassersäule gefangen. Die Resultate dieses Verfahrens sind noch nicht veröffentlicht, daher müssen *Lohmanns* Ergebnisse genügen, nach denen, soweit mir ersichtlich, die Masse der kleinen Organismen den Netzfang um höchstens die Hälfte ergänzt.

Zahlreiche im Jahre 1885/86 in der Ostsee mit dem Netz ausgeführte Untersuchungen führten zu der *Entdeckung*, daß die im Wasser treibenden Organismen nicht in Schwärmen vereint gehen, sondern gleichförmig unter der Oberfläche auf weite Strecken hin verteilt sind. Je an einem Tage wurden an verschiedenen Orten der Ostsee eine Reihe von Fängen gemacht und für jeden Ort wurden die Mittelzahlen der verschiedenen Arten bestimmt. Soweit diejenigen Arten, die unabhängig vom Boden lebten, in mindestens Hunderten von Individuen vertreten waren, ergab sich, daß sie in gleich schwerem Wasser gleichmäßig genug vorkamen, um die Unterschiede ihrer Zahl auf die erheblichen Fehlerquellen solcher Untersuchungen und auf Ungleichheiten der Wassertiefe beziehen zu müssen.

Es kann also aus wenig Fängen ein Urteil über den Bestand weiter Wasserflächen gewonnen werden. Auf dieser Entdeckung basiert der Wert aller quantitativen Planktonuntersuchungen. Auch für die Systematik ist es wichtig zu erfahren, wie die Mengen der von ihr unterschiedenen Arten sich zueinander verhalten.

Da diese theoretisch gut verständliche Erfahrung schon für die flache Ostsee gewonnen wurde, trotzdem deren Wasser sowohl durch Zuflüsse aus dem Kattegat, wie aus der östlichen brakischen Ostsee erhebliche Veränderungen erleidet, durfte erwartet werden, daß in den Ozeanen mit ihrem viel weniger gestörten Wasserbestand die Gleichmäßigkeit der Bewohnung sehr ausgedehnte Flächen umfassen werde. Namentlich da, wo der Wechsel der Jahreszeiten geringen Einfluß auf die Beschaffenheit des Wassers hat, also in den Tropen, war eine ausgedehnte Gleichmäßigkeit zu erwarten. Diese Überlegung war bestimmend für den Plan der ersten deutschen, rein wissenschaftlichen Hochseeexpedition. Der deutsche Kaiser und die preußische Akademie der Wissenschaften gewährten die Mittel, diesen Plan in der Planktonfahrt 1889 auszuführen.

Die Überlegung hat sich als richtig erwiesen. Die Copepoden, die den Hauptbestand an Tieren ausmachen und deren Arten sich bei diesen kleinen Krebsen gegenseitig vertreten, ergaben z. B. folgendes: Unter 87 Fängen im warmen Wasser, die meistens in Abständen von 100 bis über 300 Kilometern gemacht wurden, differierten von den benachbarten Fängen 53 um weniger, oft um viel weniger als das Doppelte, obgleich bei dem Übergang von einem Stromgebiet in das andere der Unterschied auf das 12 fache steigen konnte. Fünf auf einer Strecke von 2450 Kilometern sich unmittelbar folgende Fänge ergaben den Gang: 53 000, 46 000, 43 000, 40 600 und 37 300 Copepoden unter 0,0735 Quadratmeter Oberfläche, trotzdem wegen Zeitmangels an jedem Ort immer nur ein Zug gemacht werden konnte. Solcher Beispiele könnten viele gegeben werden. Bei großen Verschiedenheiten in der Beschaffenheit des Wassers können die Unterschiede groß werden. Das Minimum der Copepoden im warmen Wasser war z. B. 35 mal kleiner als das Maximum im kalten Wasser.

Die Befunde der Gleichmäßigkeit auf großen Strecken haben ein um so größeres Gewicht, weil sie theoretisch gefordert werden müssen. In den

[1]) *Lohmann, H.*, Beiträge zur Charakterisierung des Tier- und Pflanzenlebens in den von der Deutschland . . . durchfahrenen Gebieten des Atlantischen Ozeans. Internationale Revue 1912.

[2]) *Apstein*, Plankton der Nord- und Ostsee. Wiss. Meeresuntersuchungen Bd. *IX*.

Ozeanen sind auf gewaltigen Strecken Licht, Wärme und Wasserbeschaffenheit völlig gleich. Unterschiede des 4 bis 5000 m tief liegenden Meeresbodens haben für die Formen der Oberfläche keine oder fast keine Bedeutung. *Primär sind also alle Lebensbedingungen gleich.* Da der Besatz an lebenden Wesen etwa so vollständig sein wird, wie die Verhältnisse dies gestatten[1]), wird auch die Dichte derselben auf entsprechend weite Strecken die gleiche sein müssen. *Sekundär können aus mancherlei Ursachen Veränderungen des Bestandes eintreten.* Namentlich stört an den Küsten und in den Binnengewässern die wechselnde Beschaffenheit des Grundes und die Konkurrenz der von dem Boden aufsteigenden Planktonten die Gleichmäßigkeit des Besatzes. Im Meer wird die Tendenz, Ungleichheiten unter den Planktonten auszugleichen, vorherrschen; eine noch offene Frage ist höchstens, wie rasch solcher Ausgleich erfolgt.

Etwas ängstlich konnte man sein, ob das Netz ausreichen würde, alles abzufischen, wenn die Besetzung bis in große Tiefen so dicht sein würde, wie sie in der Ostsee gefunden wurde. Eine Fahrt, die 1885 in den Golfstrom westlich von Schottland gemacht wurde, beruhigte darüber.

Es war auffallend, daß die Fänge im warmen Wasser erheblich kleiner ausfielen, als sie in dem kalten Wasser des Nordens gewesen waren. Die Anzahl der *Arten*, die schon im Norden in jedem Fang einige Hunderte betrug, war erheblich vermehrt, auch waren die Formen zum Teil größer und zierlicher gebaut, aber die gefangene Masse war nach Zahl und Volumen erheblich vermindert. Nur wo kaltes Wasser aus dem Süden hinzugetreten war, besserte sich das Verhalten. Auf *Filchners* antarktischer Expedition hat *Lohmann* ähnliche Erfahrungen gemacht.

Dieser Befund ist theoretisch recht wohl verständlich. An den Küsten findet sich überall da, wo der Boden geeignet ist, ein lebhafter Pflanzenwuchs. Selbst im warmen Wasser bei der Insel Ascension fand sich reiche Bewachsung; auch die Masse des im Absterben begriffenen, treibenden Sargassokrauts in der Sargassosee weist auf reiche Bewachsung der Küsten des Golfs von Mexiko hin, wo es losgerissen wird. Die meisten solcher Küstenpflanzen haben keine Wurzeln, sondern nur Haftscheiben. Wie an den Landpflanzen stets die Luft lebhaft vorbeistreicht, so erneut sich an diesen Küstenpflanzen fortwährend die Wasserumgebung, also der Nahrungszufluß. Für die *treibenden* Planktonpflanzen *gilt dies nicht.* Hilfe für ihren Stoffbedarf gewährt einmal die außerordentliche Kleinheit der meisten isoliert treibenden Zellen. Deren Oberfläche ist im Verhältnis zu ihrem Volumen sehr groß, auch wird sie überdies häufig vergrößert durch Streckung, Abflachung oder besondere Fortsätze. Außerdem kann sich ein Teil dieser Pflanzen durch Flimmerhaare etwas fortbewegen, ein anderer Teil kann sich durch Entwicklung von Luft oder von Fett aufwärts bewegen und durch deren Abgabe wieder sinken. Diese Tätigkeiten erfordern aber alle einen gewissen Stoffverbrauch, daher sind die Bedingungen für das Gedeihen der Planktonpflanzen ungünstig. Dies trifft namentlich zu für das Leben im *warmen* Wasser. Hier ist der Gehalt an Kohlensäure und Sauerstoff entsprechend den physikalischen Absorptionsbedingungen relativ gering. Außerdem zeigt sich der Gehalt an Stickstoffverbindungen verringert, nach Ansicht von *K. Brandt* infolge der in der Wärme verstärkten Arbeit der dentrifizierenden Bakterien.

Was für die einzelnen, zahlreichen Pflanzenarten der Stoff sein mag, dessen Minimum das Maximum ihrer Dichte begrenzt, bleibt dahingestellt. Jedenfalls ist es verständlich, daß in dem warmen Wasser das Gedeihen der treibenden Pflanzen erschwert ist. Die größere Mannigfaltigkeit der Formen mag eine intensivere Ausbeutung der im Minimum vorhandenen Nahrungsstoffe gestatten, aber der Stoffwechsel wird durch die Wärme sehr beschleunigt, vielleicht aber auch wird die Zeugungsgeschwindigkeit vermehrt; der Stoffbedarf wird also vergrößert.

Die Copepodenherde bildet die weit überwiegende Masse des tierischen Planktons. Sie ist omnivor, und von ihr lebt direkt oder indirekt die sehr große Mehrzahl aller makroskopischen Ozeanbewohner. Meine Mittelzahlen für 0,0735 qm Oberfläche sind in der westlichen Ostsee 149 500, für das kalte Wasser des nördlichen Atlantischen Ozeans 86 000, für das warme Gebiet 45 700 Stück Copepoden. Das wäre also etwas über $^1/_2$ und unter $^1/_3$ des Küstengewässers, wie es die westliche Ostsee repräsentiert. Für den gesamten Ertrag des letzteren habe ich gefunden, daß er etwa dem Ertrag einer gleichen Grasfläche unseres Landes gleichkommt. Für den warmen Ozean dürfte der Ertrag etwa einem Drittel der gleichen Fläche tropischen Graslandes gleich zu setzen sein, denn die Copepodenherde spiegelt hier den ganzen Gehalt des Meeres in einer vorläufig genügenden Weise. Soweit ich ein sachverständiges Urteil habe, ist nicht zu erwarten, daß sich durch erneute *quantitative* Untersuchungen die Zahlen für die Tropen sehr erheblich verändern werden, weil die Jahreszeiten wenig Einfluß haben.

Wenn also die Ozeanflächen etwa soviel an organischer Substanz wie das gesamte Festland erzeugen, so resultiert daraus dennoch *keine* Speicherung von Energie. Selbst der Detritus auf dem Grunde der Küstengewässer, der nach Untersuchungen des Dänen *Joh. Petersen* noch manchen Tieren als Nahrung dient, enthält so wenig Kohlenstoff, daß von einer Speicherung zu Steinkohle, wie sie auf dem Festlande stattgefunden hat, nicht die Rede sein kann. In mittleren Meerestiefen fand schon die *Challenger*-Expedition den Grund bedeckt mit Schalen und Skeletten von Planktonten, deren Erhaltungszustand nachwies, daß sie den Darm von Tieren nicht passiert hatten. In ihnen war aber organische Substanz kaum vorhanden. Der Regen der von der Oberfläche absinkenden

[1]) Dieser Satz gilt nicht für die Bodenbewohner flacher Gewässer, weil diese sich nicht am Ort vermehren, sondern ihre Brut in das Plankton entlassen.

Organismen wird nach den Untersuchungen des Fürsten von Monaco teils am Boden selbst durch Amphipoden, teils durch in größeren Tiefen schwimmende größere Tiere ergriffen und verzehrt. Wesentlicher aber dürfte sein, daß die mikroskopischen Körper und was an Exkreten in das Wasser gelangt, durch Bakterien zersetzt wird. *K. Brandt* hat betont, daß schon die Flüsse im Lauf der Jahrtausende soviel Materie dem Meer zugeführt haben müssen, daß ohne Zerstörung dieser Massen eine *Verjauchung* des Wassers eingetreten wäre. Vielmehr noch müßten die Exkrete der Planktontiere eine Verjauchung bewirkt haben, denn die Phytoplanktonten können doch nur die vom Licht noch getroffenen Schichten reinigen. Da aber das Meer nicht verjaucht ist, muß eine Reinigung stattfinden, die, trotz vielen Widerspruchs, doch wohl nur durch die in einiger Menge vorhandenen Bakterien erfolgen kann. Durch die Zerlegung der organischen Substanzen in CO_2, H_2O und N muß das Wasser etwas Wärme gewinnen.

Da eine Speicherung der Körper nicht stattfindet, bleibt nur für eine Ausnutzung der auf die Ozeane fallenden Sonnenstrahlen als Energiequelle der ozeanische Wind übrig.

Es ist vielfach an eine Ausnutzung der Flutwelle gedacht worden. Diese könnte erfolgreich wohl nur an *den* Küsten, an denen die Gezeitenbewegung eine große Höhe erlangt, stattfinden. Wenn eine *kontinuierlich* wirkende Stromkraft gewonnen werden soll, werden *sehr schwierige* und teure Bauten erforderlich. Jedenfalls ist die deutsche Nordseeküste für derartige Einrichtungen von zu beschränkter Ausdehnung und von ungünstiger Lage, denn vereinzelte Anlagen kommen für den Ersatz oder für ausgiebige Ergänzung der Kohlen nicht in Betracht.

Es ist auch an die Ausbeutung der Wellenbewegung gedacht worden, aber die Wellen sind an den Küsten in ihrer Höhe so wechselnd und überhaupt so schwierig in Betriebskraft zu verwandeln, daß von ihrer Benutzung abgesehen werden muß.

Die Verwendung von Windmühlen ist üblich und führt zu einigermaßen befriedigenden Ergebnissen. Ich lese, daß die neueren amerikanischen Mühlen bei frischem Wind (8 m die Sekunde) und bei einer arbeitenden Fläche von 9 qm nach einer Formel von *Coulomb* 2,3 PS liefern sollen. Nach *La Cour*[1]) würden richtig gebildete vierflügelige Windmühlen besser arbeiten und für die genannte Fläche 3,17 PS liefern. Man kann jedoch nur rechnen, daß 150 Tage im Jahre brauchbare Winde auf dem Lande geben, außerdem würden enorme Landflächen gebraucht werden, um erhebliche Energiemengen zu gewinnen, daher erscheint diese Art von Energiegewinn nicht sehr empfehlenswert.

Die Winde auf dem Ozean versprechen eine bessere Ausbeute und sind allen Nationen zugänglich. Segelschiffe würden die Kreisfahrt Kanarienstrom, Nord-Äquatorialstrom, Strom an den westindischen Inseln und Golfstrom mit günstigem, meistens 8 m die Sekunde wehendem Wind durchlaufen können, sind doch diese Ströme wesentlich das Resultat der dort beständig wehenden Winde. Die Schiffsgeschwindigkeit würde auch recht gleichmäßig sein können, da bei stärkerem Winde die Segel gekürzt werden müssen. Werden solchen Schiffen Schaufelräder angehängt, die ihrerseits Dynamomaschinen treiben, so wird durch elektrolytische Wasserzersetzung eine Fracht von Sauerstoff- und Wasserstoffbomben gewonnen werden können, die der Heimat die Energie zuzuführen vermöchte, welche die Verminderung der Steinkohle erfordert. Dafür würde es an Raum und Wind nicht fehlen. Da jetzt vielfach die Frage, wie lange Zeit unsere Steinkohlen noch reichen, erwogen wird, hat es Interesse, die Frage der Ausnutzung der, wie ich glaube, einzigen Energie, die *ausgiebigen* Ersatz bieten könnte, ins Auge zu fassen. Es ist leichter gesagt als getan, durch Segelschiffe diese Energie auszubeuten. Soviel ersichtlich, wird sich der Betrieb erst lohnen können, wenn die Preise der Kohle erheblich gestiegen sind, bis wohin hoffentlich noch manches Jahrhundert vergehen wird. Überhaupt werden zunächst noch Technik und Erfahrung viel zu leisten haben, um den vorgeschlagenen Energiegewinn zweckmäßig zu gestalten. In dieser Richtung bin ich nicht kompetent, aber es dürfte doch wohl schon in unserer Zeit viele Leser interessieren, Äußerungen von jener Seite hier zu lesen. Ich habe daher versucht, nachfolgend einige Daten zusammenzutragen, die ein näheres Eingehen auf das Problem gestatten. Das Besondere in der Sache liegt ja darin, daß die anderweit nicht ersichtliche Möglichkeit nachgewiesen wird, einen dauernden Ersatz des in der Ferne drohenden Kohlenmangels zu gewinnen.

Ein Barkschiff, in Wasserlinie 100 m lang, 16 m breit, von etwa 2 600 000 kg Ladefähigkeit hat eine Segelfläche von 2750 qm. Zufolge den technischen Taschenbüchern lastet bei frischem Wind (8 m/sek) auf dem Quadratmeter Segelfläche ein Druck von 7,7 kg, also bei halbem Winde ein Druck von 21 175 kg. Das Schiff kann ganz wohl 2,8 bis 3,1 m die Sekunde laufen, es würde also mit 790 bis 875 PS fest gehalten werden können. Ich rechne, daß davon 200 PS entnommen werden können, indem dem Schiff Schaufelräder mit einer Fläche von 26 bis 30 qm der eintauchenden Schaufeln angehängt werden. Die Schaufelräder treiben 1 oder 2 Dynamos. Wird gerechnet, daß der Widerstand gegen die Bewegung des Schiffs im Wasser nach der dritten Potenz der Geschwindigkeit steigt, so würde das Schiff noch mit einer Geschwindigkeit von 2,5 bis 2,8 m fahren können.

La Cour hat in seiner Versuchsmühle elektrolytisch Gas gewonnen und gibt in seiner vortrefflichen Arbeit, S. 8, darüber an, daß 5 Pferdekräfte in 4 Stunden 1 Liter Wasser zersetzen und zugleich das Gas komprimiert haben. Man kann annehmen, daß 1 Liter Wasser 1862 Liter Gas bei atmosphärischem Druck gibt. Dann geben und komprimieren 200 PS in 24 Stunden 447 000 Liter komprimiertes Gas. *La Cour* rechnet die 1862 Liter Gas zu 11,20 M., also 1000 Liter zu 5,50 M. Das ist der Detailpreis. Ich kann höchstens dafür 1,20 M. ansetzen. H ist im Großhandel noch billiger, aber da von O nur halb soviel gewonnen wird, dürfte die An-

[1]) *La Cour, P.*, Die Windkraft (Leipzig 1905), S. 62.

nahme zutreffen. Das gibt pro Arbeitstag einen Verdienst von 536 M.

Gegenrechnung ist: Das Schiff mit Dynamo (6000 M.) und Akkumulatorbatterie (8000 M.) kostet 400 000 M. Die Kosten des Gasentwicklers habe ich nicht ermittelt. 4 % Verzinsung, 8 % Versicherung, 2 % Reparaturen, 5 % Abschreibung, gibt im ganzen 19 %. Die Arbeitszeit des Schiffs zu 300 Tagen genommen, erfordert dies täglich 253 M. Die Gasbomben zu 75 kg Gewicht werden für 60 M. pro Stück herzustellen sein. Sie werden auf 250 Atmosphären, womöglich wiederholt, geprüft und können bei 150 Atmosphären Druck 6000 Liter Gas aufnehmen. Es werden 75 Stück täglich gefüllt, so daß für eine Reihe von 80 Tagen 6000 Stück zum Preise von 360 000 M. mitzunehmen sind. Diese mit 4 % Zinsen, 8 % Versicherung und 1 % Amortisation und Reparatur, also in Summa mit 13 % gerechnet, erfordern pro Tag 156 M. Verdienst. Die gleiche Zahl Bomben auf Lager, mit 4 % verzinst, erfordert täglich 46 M. Verzinsung. Die Bemannung von 16 Personen, à 5 M. täglich, erfordert 80 M. Die Tageskosten wären demnach 253 + 156 + 46 + 80 = 535 M. gegen 536 M. Einnahme.

Größere Reedereien, die allein in Frage kommen können, werden wohl etwas billiger fahren, aber gegenüber der Leistung von Steinkohlen ist zurzeit noch keine Konkurrenz möglich.

Eine Dampfmaschine mit Dynamo zu 200 PS kostet 60 000 M., dazu Akkumulatorenbatterie und Druckpumpen etwa 9000 M. 4 % Verzinsung, 10 % Abschreibung, 2 % Reparaturen, also 16 %, erfordern für 300 Tage täglich einen Verdienst von 37 M. Land und Haus kosten 15 000 M., Verzinsung 6 %, also pro Tag 3 M. Vorrätig müssen höchstens 6000 Bomben sein. Mit 5 % verzinst und amortisiert gibt 60 M. Kohlen pro PS 50 Pf., macht pro Tag 100 M. Tageskosten betragen also 220 M. Es können daher 1000 Liter Gas für 50 Pf. geliefert werden.

Soweit ersichtlich, kann also der Wind für größere Lieferungen nicht konkurrieren, solange die Kohlen noch so billig zu haben sind.

Gittererscheinungen auf verschiedenen Gebieten.

Von Dr. Fritz Reiche, Berlin.

§ 1.

Wenn man, des Abends am Fenster stehend, durch eine behauchte oder mit Eisblumen bedeckte Fensterscheibe nach dem Lichte der Straßenlaternen blickt, so sieht man das Licht von bunten Ringen umgeben, in denen man leicht die Farben des Regenbogens wiedererkennt. Auch im Großen begegnen wir ähnlichen Erscheinungen: In gewissen Nächten, in denen unsere Erdatmosphäre an Feuchtigkeit reich ist, ist der Mond von einem gefärbten Hof und manchmal sogar von regenbogenartigen Kreisen umgeben.

Derartige Erscheinungen nennt man *Beugungserscheinungen des Lichtes.* Was hierunter zu verstehen ist, möge aus dem Folgenden hervorgehen.

Es gibt in der Physik eine große Reihe von Vorgängen, die man unter dem Namen *Wellenbewegungen* zusammenfassen kann. Von den Wasserwellen her sind diese Vorgänge hinreichend bekannt. Wirft man in ein ruhendes Gewässer einen Stein, so erzeugt der Stein an der Stelle, wo er das Wasser trifft, eine Bewegung der Wasserteilchen, die sich allmählich auf der Oberfläche ausbreitet. Man erkennt leicht, daß die Bewegung der einzelnen Wasserteilchen in der folgenden Weise vor sich geht: Das anfänglich ruhende Teilchen steigt über seine Ruhelage in die Höhe bis zu einem höchsten Punkt, den man den Wellenberg nennt, kehrt dann zur normalen Ruhelage zurück, sinkt tiefer hinab unter die Ruhelage bis zu einem tiefsten Punkt, dem Wellental, und steigt wieder bis zur Ruhelage empor. Es vollführt also jedes Teilchen Schwingungen um seine Ruhelage, ohne jedoch eine fortschreitende Bewegung zu erlangen. Die einzelnen Teilchen aber schwingen zeitlich nacheinander; denn die Schwingung des Teilchens beginnt um so später, je weiter es von dem Ausgangspunkt der Erregung entfernt liegt. Man kann also sagen: Die Schwingungsbewegung pflanzt sich allmählich vom Erregungszentrum nach allen Seiten fort. Dieses Fortschreiten der Bewegungsform, ohne ein Fortschreiten der schwingenden Teilchen selbst, ist das wesentliche Merkmal aller Wellenbewegungen.

Schwingen, wie in dem eben besprochenen Beispiel, die Teilchen senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung der Wellen, so spricht man von Transversalwellen. Zu ihnen gehören u. a. die elektrischen Wellen, die in der drahtlosen Telegraphie verwendet werden, die ultraroten Wärmewellen, die Wellen des sichtbaren Lichtes und die chemisch-wirksamen ultravioletten Wellen. Schwingen dagegen die Teilchen in der Fortpflanzungsrichtung der Welle, so hat man es mit Longitudinalwellen zu tun. Zu ihnen gehören die Schallwellen in Luft, in Flüssigkeiten und in festen Körpern.

Die Wellenbewegungen unterscheiden sich erstens durch ihre *Fortpflanzungsgeschwindigkeit.* Z. B. pflanzt sich der Schall in der Luft unter normalen Verhältnissen mit einer Geschwindigkeit von rund 340 m in der Sekunde fort, das Licht dagegen mit der sehr großen Geschwindigkeit von 300 000 km in der Sekunde. Zweitens aber unterscheiden sich die Wellen durch den Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Wellenbergen. Diese Strecke heißt die *Wellenlänge.* So hat man es z. B. bei den elektrischen Wellen mit Wellenlängen von mehreren Kilometern bis herab zu einigen Millimetern zu tun; die zurzeit bekannten Wärmewellen besitzen Längen von ½ mm an bis herab zu etwa $^1/_{1000}$ mm und noch geringer ist die Wellenlänge des sichtbaren Lichtes, des ultravioletten Lichtes und der Röntgenstrahlen.

Man hat nun erkannt, daß jede Wellenbewegung, die sich ungestört ausbreitet, sich in geraden Linien fortpflanzt. Diese Linien nennt man die *Strahlen* und spricht demnach von Lichtstrahlen, von Wärmestrahlen, von elektrischen Strahlen und von Schallstrahlen. Streng genommen aber ist die ungehinderte Ausbreitung der Wellen ein in der Wirklichkeit nie erfüllter Idealfall. Denn Licht und Schall treffen bei ihrer Ausbreitung stets auf Körper im Raum, die sich den Wellen hindernd in den Weg stellen. Denken wir uns etwa in den

Weg der Lichtwellen, die von einer punktförmigen Lichtquelle herrühren, einen undurchlässigen Schirm gestellt, der die Form eines schmalen, bandförmigen Streifens haben möge. Würden sich die Lichtwellen hier geradlinig fortpflanzen, so müßte der Streifen einen vollständig scharf begrenzten schwarzen Schatten werfen. In Wirklichkeit aber bemerkt man, daß, wenn man den Streifen immer schmaler macht, der Schatten sich aufhellt und schließlich fast ganz verschwindet. Der streifenförmige Schirm hat also den regelmäßigen Verlauf der Lichtwellen gestört. Das Licht ist von seiner geradlinigen Bahn abgewichen und um die Ränder des Schirms herum in den Schatten eingedrungen. Man spricht in diesem Falle von einer *Beugung* der Wellen an den Rändern des Schirms.

Es hat sich gezeigt, daß die Beugung der Wellen allgemein um so stärker wird, je kleiner die Dimensionen der beugenden Gebilde im Vergleich zur Wellenlänge sind. Ein und derselbe beugende Körper lenkt daher die langen Wellen mehr von ihrer geradlinigen Richtung ab — er beugt sie stärker — als die kurzen Wellen. Nun entsprechen aber im Gebiete der Lichtwellen die längsten Wellen der roten Farbe; dann folgen in der Skala der Wellenlängen die Wellen des gelben, grünen, blauen Lichtes; die violetten Wellen schließlich sind die kürzesten. *Es werden daher die roten Wellen stets am stärksten gebeugt, die violetten am schwächsten.* Besteht der auf den beugenden Körper auffallende Wellenstrom aus Wellen aller Farben, d. h. ist das einfallende Licht weiß, so werden die einzelnen farbigen Bestandteile des weißen Lichtes verschieden stark gebeugt und daher örtlich voneinander getrennt. Das Beugungsbild ist daher bunt und zeigt alle Farben des Spektrums.

Unter allen Beugungserscheinungen nehmen diejenigen eine bevorzugte Stellung ein, die entstehen, wenn der beugende Körper eine *gitterartige Struktur* besitzt. Diese Gittererscheinungen sind auf den verschiedensten physikalischen Gebieten von großer Bedeutung geworden.

Was ein Gitter ist, das sehen wir täglich auf der Straße, denn die Gärten unserer Häuser sind im allgemeinen von Gittern eingefaßt. Es besteht also ein Gitter aus einer regelmäßigen Anordnung paralleler, gleichweit voneinander entfernter Gitterstäbe, deren Achsen in der Regel in einer Ebene liegen. In diesem Falle spricht man von ebenen Gittern. Der konstante Abstand zweier aufeinanderfolgender Gitterstäbe — genauer gesagt, der Abstand ihrer Achsen — heißt die *Gitterkonstante.*

§ 2.

Wir wollen uns an erster Stelle mit den *optischen Gittern* befassen. Wir wissen: die Lichtwellen sind von außerordentlicher Kleinheit. Will man daher gut sichtbare Beugungserscheinungen erhalten, so müssen die Dimensionen der beugenden Gitterstrukturen klein gewählt werden; die Gitterstäbe und die Zwischenräume, die sogenannten Gitterspalte, müssen also schmal gemacht werden. Man kann sich ein solches Gitter etwa herstellen, indem man eine Glasplatte versilbert und dann mit einer feinen Diamantspitze eine große Reihe paralleler, dicht nebeneinander liegender äquidistanter Risse in die Silberschicht einritzt. Die Risse bilden dann die durchlässigen Gitterspalte, die stehengebliebenen Silberschichten zwischen zwei Rissen sind die undurchlässigen Gitterstäbe.

Blickt man durch ein solches Gitter nach einer einfarbigen Lichtquelle, einer Lichtquelle also, die nur Wellen von einer ganz bestimmten Länge aussendet, so sieht man das folgende charakteristische *Gitterbeugungsbild:* In der Mitte des Beugungsbildes bemerkt man einen sehr hellen schmalen Streifen, das sogenannte *Zentralbild,* das durch die ungebeugten Wellen entsteht. Symmetrisch zu beiden Seiten des Zentralbildes erblickt man eine Reihe weiterer heller Streifen von allmählich abnehmender Helligkeit; diese sogenannten *Seitenmaxima,* die den gebeugten Wellen entstammen, sind von dem Zentralbild sowohl wie voneinander durch vollständig dunkle Zwischenräume getrennt.

Ist die Lichtquelle nicht, wie wir eben annahmen, streng einfarbig, sondern entsendet sie Wellenarten von verschiedener Länge, wie wir es von den leuchtenden Gasen und Dämpfen her kennen, so verändert sich das Gitterbeugungsbild; das Zentralbild allerdings bleibt, wie es ist, denn in ihm fallen ja alle in der Lichtquelle enthaltenen Wellen ungebeugt aufeinander. Die Seitenmaxima aber entstehen durch die gebeugten Wellen, und, wie wir wissen, werden die langen Wellen stärker gebeugt als die kurzen. Daher wird jedes Seitenmaximum in ebenso viele getrennte Streifen zerfallen, wie die Lichtquelle einzelne getrennte Wellenlängen entsendet. Strahlt die Lichtquelle z. B. nur eine rote und eine blaue Welle aus, entsendet sie also, wie man sagt, nur eine rote und eine blaue Spektrallinie, so besteht jedes Seitenmaximum des Beugungsbildes ebenfalls aus zwei Streifen, einem roten und einem blauen, die infolge der verschieden starken Ablenkung der roten und blauen Wellen deutlich voneinander getrennt sind.

Fällt endlich auf das Gitter weißes Licht, das also alle Farben enthält, so wird jedes Seitenmaximum zu einem *Spektrum* ausgebreitet; aus den ersten Seitenmaximis rechts und links entstehen die Spektren erster Ordnung, aus den zweiten Seitenmaximis die Spektren zweiter Ordnung usw.

So sehen wir, daß wir in den optischen Gittern Instrumente besitzen, die uns gestatten, *spektroskopische Untersuchungen* auszuführen. Drei Aufgaben vor allen können wir mit Hilfe des Gitters lösen:

1. können wir die Strahlung beliebiger Lichtquellen, z. B. der Sonne, der einzelnen Sterne oder irgendeines leuchtenden festen oder gasförmigen Körpers rein *qualitativ analysieren,* d. h. wir können feststellen, welche verschiedenen einzelnen Wellenlängen in der Gesamtstrahlung der untersuchten Lichtquelle enthalten sind. Denn das Gitter zerlegt ja diese Gesamtstrahlung in ihre spektralen Bestandteile.

2. können wir mit dem Gitter die Wellenlängen der von unserer Lichtquelle entsandten

Spektrallinien auch *quantitativ* mit großer Genauigkeit *messen*. Denn die gesuchte Wellenlänge ist, wie die Theorie uns lehrt, gleich der Gitterkonstanten multipliziert mit dem Sinus des Beugungswinkels, d. h. desjenigen Winkels, um den die betrachtete Welle im Spektrum erster Ordnung abgebeugt wird.

3. endlich können wir mit Hilfe des Gitters auch die Struktur der einzelnen Spektrallinien erkennen; denn wir wissen, daß selbst die schmalste Spektrallinie nicht aus einer einzelnen Wellenlänge besteht, sondern stets einen endlichen Wellenlängenbereich umfaßt. Die Spektrallinie ist nie eine wirkliche Linie im mathematischen Sinne, sondern stets ein Streifen von endlicher Breite, der in der Mitte am hellsten ist und nach den Rändern zu an Helligkeit abnimmt. Die Art, wie sich die Helligkeit über den Streifen verteilt, nennt man die *Intensitätsverteilung der Spektrallinie*. Diese Intensitätsverteilung, ferner die Breite der Spektrallinie und den Einfluß von Druck, Temperatur und magnetischen Kräften auf den Bau der Linie — alles dies können wir mit Hilfe des Gitters messen, und aus den Resultaten Schlüsse auf die Entstehung der Spektrallinien ziehen.

Soll unser Gitter in spektroskopischer Hinsicht leistungsfähig sein, so muß es zwei im Spektrum benachbarte Spektrallinien voneinander trennen, d. h. es muß jedes Seitenmaximum deutlich in zwei getrennte Streifen zerfallen, selbst wenn die auffallenden Wellenlängen sich nur um wenig unterscheiden. Diese Fähigkeit des Gitters heißt: sein *Auflösungsvermögen*. Nun lehrt uns die Beugungstheorie, daß das Auflösungsvermögen des Gitters um so größer ist, je mehr Stäbe das Gitter enthält. Es ist daher das Ziel der optischen Technik, Gitter mit großer Stabzahl herzustellen. Da andererseits die Wellenlängenmessung mit Hilfe des Beugungswinkels um so genauer ausfällt, je größer der Beugungswinkel, je kleiner also die Gitterkonstante ist, so wird es sich schließlich darum handeln, Gitter mit kleiner Gitterkonstante, aber großer Stabzahl zu konstruieren, d. h. auf einem kleinen Raum eine große Zahl eng aneinanderliegender äquidistanter Gitterstriche zusammenzudrängen. Mit Hilfe besonders konstruierter feinmechanischer Teilmaschinen kann man Glasgitter herstellen, bei denen 400 Gitterstriche auf 1 mm kommen. Ein weiterer Fortschritt wurde erzielt, als man die Gitter, statt sie durchsichtig zu machen, auf spiegelnde Metallflächen ritzte und im reflektierten Licht beobachtete. So konnte *Rutherford* auf gut polierte ebene Metallflächen Gitter einritzen, die 500—600 Striche pro mm enthielten; *Rowland* steigerte diese Leistung weiter auf 700 Striche pro mm, indem er zugleich die Gitter auf konkave Flächen ritzte und dadurch den Gebrauch optischer Linsen überflüssig machte.

Neben den eben besprochenen Beugungserscheinungen, die von einfachen Gittern erzeugt werden, gibt es nun noch eine unendliche Mannigfaltigkeit der schönsten Beugungsbilder, die den komplizierteren Gitterstrukturen ihre Entstehung verdanken. Man denke nur an die herrlichen Farbenmuster, die man leicht beobachten kann, wenn man durch ein Stück Musselin, Flor, dünnes Seidenband oder durch den Stoff eines Sonnen- oder Regenschirms nach einem Licht blickt.

§ 3.

Alle diese einfachen und komplizierten Gitterstrukturen sind nun von entscheidender Bedeutung in einem Gebiet, das innig mit der praktischen und technischen Optik zusammenhängt: nämlich bei der mikroskopischen Abbildung.

Ernst Abbe, der wissenschaftliche Leiter des Zeißwerkes in Jena, war es, der zuerst klar erkannte, *daß die Abbildung im Mikroskop im allgemeinen eine Abbildung nichtselbstleuchtender Objekte von gitterartiger Struktur sei*, und daß daher die Beugung der durchleuchtenden Strahlen am gitterartigen Objekt bei der Abbildung eine wesentliche Rolle spielt.

Denken wir uns etwa als typischen Vertreter eines mikroskopischen Präparats ein einfaches Gitter, wie wir es vorhin betrachteten, unter das Mikroskop gebracht, und dieses Gitter von rückwärts mit weißem Licht durchleuchtet, so entsteht, wie wir wissen, ein Beugungsbild des Gitters und zwar in der Weise, daß von dem Gitter erstens ungebeugte Strahlen ausgehen, die das Zentralbild erzeugen, zweitens aber in bestimmten Richtungen symmetrisch nach beiden Seiten die gebeugten Strahlen verlaufen, die die Beugungsspektren erster, zweiter und höherer Ordnung erzeugen. Es ist uns ferner bekannt, daß die Helligkeit dieser Spektren mit wachsender Ordnungszahl abnimmt; es ist also z. B. das dritte Spektrum weniger hell als das zweite, das zweite weniger hell als das erste. Die Zahl der überhaupt entstehenden Spektren ist begrenzt und um so kleiner, je kleiner die Gitterkonstante, je enger also die Gitterstruktur ist.

Abbe erkannte nun, *daß man unser Gitter im Mikroskop nur dann ähnlich abgebildet sieht, wenn alle Beugungsspektren von noch zu berücksichtigender Helligkeit auf das Mikroskopobjektiv auftreffen, so in den Mikroskoptubus gelangen und bei der Abbildung mitwirken. Die Abbildung wird dagegen sofort unvollkommen und unähnlich, sowie gebeugte Strahlen von nennenswerter Intensität nicht in den Tubus gelangen*, für die Abbildung also verloren gehen, sei es, daß diese Strahlen so schräg vom Gitter ausfahren, daß sie das Objektiv nicht mehr treffen, sei es, daß sie künstlich abgeblendet werden. Blendet man z. B. willkürlich die Spektren von ungeradzahliger Ordnung links und rechts ab, also die ersten, dritten, fünften usw., so sieht man im Mikroskop ein Gitter mit doppelt soviel Strichen, als es in Wirklichkeit besitzt. So hat man es in der Hand, die Abbildung willkürlich zu fälschen.

Aber noch mehr: Denken wir uns einmal Gitter von immer kleinerer Gitterkonstante, also immer engerer Struktur, unter das Mikroskop gebracht, dann werden, wie wir wissen, die Beugungsspektren immer weiter auseinanderrücken, es werden also

immer weniger Spektren ins Mikroskop gelangen, die Abbildung wird immer unähnlicher werden. Schließlich werden, bei einem hinreichend engen Gitter, auch die Spektren erster Ordnung rechts und links soweit vom Zentralbild abgerückt sein, daß sie nicht mehr das Mikroskopobjektiv treffen. In diesem Fall, wo nur das Zentralbild ins Mikroskop gelangt, erreicht die Unähnlichkeit der Abbildung ihren höchsten Grad: Man sieht nämlich im Mikroskop nur eine glatte, weiße Fläche ohne eine Spur von Strukturandeutung. *Das Mikroskop löst, wie man sagt, in diesem Fall unser Gitter nicht mehr auf. Abbe* konnte zeigen, *daß die erste Andeutung einer Struktur mit richtiger Wiedergabe der Strichzahl erst erfolgen kann, daß also das Mikroskop das Gitter erst auflösen kann, wenn neben dem Zentralbild mindestens noch eins der beiden Spektren erster Ordnung bei der Abbildung mitwirkt.*

Dies kann man dadurch erreichen, daß man erstens mit Licht möglichst kleiner Wellenlänge beleuchtet, evtl. sogar sich der photographischen Methode bedient; denn dann werden die Spektren erster Ordnung am wenigsten abgebeugt; daß man zweitens das mikroskopische Präparat der Objektivlinse möglichst nahe bringt, und daß man drittens das Präparat in eine Flüssigkeit von hohem Brechungsquotienten eintaucht, die bis zur Objektivlinse reicht und ihre Vorderfläche bespült.

Verfährt man in dieser Weise, so ist damit die *Leistungsgrenze des Mikroskops* erreicht. Das Mikroskop kann dann eine gitterartige Struktur von etwa $^1/_{10000}$ mm Strichabstand noch gerade auflösen. Noch feinere Strukturen aber aufzulösen, d. h. als Strukturen abzubilden, ist mit keinem noch so guten Mikroskop möglich.

§ 4.

Wir wollen jetzt das Gebiet der reinen Optik verlassen und uns zu anderen Gebieten wenden, auf denen Gittererscheinungen von Bedeutung geworden sind. In erster Linie kommt da das Gebiet der elektrischen Wellen in Frage.

Als *Heinrich Hertz* im Jahre 1888 durch seine berühmten Versuche die Identität der elektrischen Wellen mit den Licht- und Wärmewellen nachwies, da gelang es ihm auch zu zeigen, daß die von seinem elektrischen Oszillator ausgehenden Wellen *polarisiert* seien, wie es die Lichtwellen sind, die ein Nicolsches Prisma durchlaufen haben. Es bedeutet dies, daß die Schwingungen der elektrischen Kraft dauernd in einer bestimmten Ebene vor sich gehen (die senkrecht zu der sogenannten Polarisationsebene liegt). Den Nachweis dieser Polarisation führte *Hertz* in folgender Weise: Er stellte in den Strahlengang der elektrischen Wellen ein Gitter, das aus zylindrischen Metalldrähten von 1 mm Durchmesser bestand. Die Gitterkonstante betrug 3 cm, die Länge der elektrischen Wellen etwa 66 cm.

Hertz fand nun, daß das Gitter die Strahlung fast ungeschwächt hindurchläßt, wenn die elektrische Kraft in der Welle senkrecht zur Achse der Gitterstäbe schwingt, daß dagegen die Strahlung fast vollständig abgeschirmt wird, wenn die elektrische Kraft den Gitterstäben parallel schwingt. Nennen wir die Durchlässigkeit des Gitters im letzteren Fall die parallele Durchlässigkeit, im Gegensatz zu der senkrechten Durchlässigkeit, so können wir das Ergebnis von *Hertz* folgendermaßen formulieren: *Bei einem engen Gitter aus dünnen Metallstäben* — eng und dünn im Verhältnis zur Wellenlänge gerechnet — *ist im Gebiete der elektrischen Wellen die senkrechte Durchlässigkeit beträchtlich größer als die parallele.* Diesen Effekt nennt man den *Hertz*effekt.

Zu sehr viel allgemeineren Resultaten gelangten *Dubois* und *Rubens* in ihren ausgedehnten Untersuchungen aus den Jahren 1891, 1893 und 1911. *Dubois* und *Rubens* verfolgten die Durchlässigkeit verschiedener Metalldrahtgitter (deren Öffnungen ebenso breit waren wie die Gitterstäbe) vom Gebiete der kleinen sichtbaren Wellen aus bis zu den längsten zurzeit bekannten ultraroten Wärmewellen. Sie fanden im Gebiete des sichtbaren Lichtes, wo die Gitterstäbe dick und die Gitteröffnungen weit im Vergleich zur Wellenlänge sind, eine dem *Hertz*effekt genau entgegengesetzte Erscheinung: die parallele Durchlässigkeit des Gitters war hier nämlich größer als seine senkrechte Durchlässigkeit. Dieser Effekt heißt der *Dubois*effekt.

Ging man zu größeren Wellenlängen über, so verschwand allmählich der Unterschied der parallelen und der senkrechten Durchlässigkeit, und man gelangte schließlich an einen Punkt, den sogenannten *Inversionspunkt*, wo die beiden Durchlässigkeiten einander gleich wurden. Geht man zu noch größeren Wellenlängen jenseits des Inversionspunktes über, so kehrt sich, wie man erwarten konnte, der *Dubois*effekt um, und es ergibt sich der *Hertz*effekt. Bei den längsten Wärmewellen schließlich sinkt die parallele Durchlässigkeit der Gitter auf Null herab, und ihre senkrechte Durchlässigkeit steigt nahezu bis zum Werte 1, so daß man hier ein genaues Analogon zu den Hertzschen Versuchen vor sich hat.

Die Theorie der geschilderten Erscheinungen steckt noch in den Anfängen. Was sie vorläufig zu erklären vermag, ist das Auftreten des *Hertz*effekts bei Gittern mit dünnen metallischen Stäben. Ist aber der Stabdurchmesser nicht mehr klein gegen die Wellenlänge, so stößt die Theorie auf mathematische Schwierigkeiten; daher ist der Übergang vom *Hertz*effekt durch den Inversionspunkt zum *Dubois*effekt ein zurzeit noch ungelöstes theoretisches Problem.

§ 5.

Ich möchte zum Schluß auf eine Reihe sehr interessanter Gittererscheinungen eingehen, die erst in jüngster Zeit entdeckt worden sind, und deren weiteres Studium einen tiefen Einblick in die Welt der Atome zu gewähren verspricht.

Wir haben bis jetzt die langen elektrischen Wellen, die Wärmewellen und endlich die Wellen des sichtbaren Lichtes bei ihrem Durchgang durch gitterartige Strukturen verfolgt. Nun besitzen wir aber in den *Röntgenstrahlen* Wellenimpulse, deren

Länge noch weit unterhalb der Wellenlänge der sichtbaren Strahlen liegt; sie beträgt etwa nur $^1/_{10000}$ der Lichtwellenlänge, hat also in absolutem Maß die ungeheuer kleine Länge von rund einhundertmillionstel Millimeter. Es taucht daher hier die Frage auf, ob wir auch mit den Röntgenstrahlen Gittererscheinungen hervorrufen können. Diese Frage ist insofern noch für die Erkenntnis der Röntgenstrahlen von tieferer Bedeutung, als der Nachweis von Gittererscheinungen mit Entschiedenheit für das *Vorhandensein regelmäßiger Wellenzüge in der Röntgenstrahlung* spricht, während die bisherige Auffassung der Röntgenstrahlen als einer unregelmäßigen Folge stoßartiger Impulse keine Gittererscheinungen erwarten ließ.

Wollte man aber mit den Röntgenstrahlen Gittererscheinungen sichtbar machen, so mußte man dazu viel feinere Strukturen verwenden, als sie je die Hand oder die Teilmaschine des Feinmechanikers herstellen kann. Denn die Gitterkonstanten unserer besten optischen Gitter sind im Vergleich zur Wellenlänge der Röntgenstrahlen noch immer so ungeheuer groß, daß die einzelnen Gitterspektren im Beugungsbild untrennbar dicht zusammenfallen würden.

Es war *Max Laue*, der auf den einfachen und schönen Gedanken kam, *daß uns ja die Natur selbst in den Kristallen Gitterstrukturen von außerordentlicher Feinheit und Regelmäßigkeit darbietet*, die für die Erzeugung von Gittererscheinungen im Gebiete der Röntgenstrahlen geeignet seien[1]). Denn seit *Bravais* ist es bekannt, daß die Moleküle der Kristalle ein regelmäßiges, je nach dem Kristallsystem verschiedenes, gitterartiges Netzwerk bilden. Der Unterschied gegen die optischen und elektrischen Gitter besteht darin, daß wir es hier nicht mehr mit ebenen Gittern zu tun haben, sondern mit *Raumgittern*. Obgleich dieser letzte Umstand theoretisch eine erhebliche Komplikation bedeutet, gelang es *Laue* dennoch, eine angenäherte Theorie durchzuführen.

Die Rechnung von *Laue* zeigte, daß die Gittererscheinung hier nicht, wie im optischen Falle, aus einem strichartigen Zentralbild und einer Reihe paralleler strichartiger Seitenmaxima besteht, sondern daß sich hier rings um ein unabgelenktes Zentralbild eine Reihe einzelner Punkte gruppiert, die im Fall eines regulären Kristalls auf Kreisen liegen. *Die Symmetrie dieser Punktfigur entspricht stets genau der Symmetrie des durchstrahlten Kristalls.*

Diese Folgerungen der Theorie haben auf *Laues* Veranlassung *Friedrich* und *Knipping* experimentell geprüft und mit wunderbarer Genauigkeit bestätigt gefunden. Die mit den verschiedensten Kristalltypen hergestellten Röntgenphotogramme zeigen Punktmuster von erstaunlicher Schärfe und Schönheit und lassen stets die charakteristische Kristallsymmetrie deutlich erkennen.

Trotz der kurzen Zeit, die seit *Laues* Entdeckung verflossen ist, hat sich bereits eine ganze Reihe interessanter Versuche denen von *Friedrich* und *Knipping* angeschlossen; besonders ist außer dem Durchgang der Röntgenstrahlen durch Kristalle auch ihre regelmäßige Reflexion an Glimmer und Gips eingehend untersucht worden.

So hat man in den Photogrammen der durch Kristalle hindurchgegangenen oder an ihrer Oberfläche reflektierten Röntgenstrahlen einerseits ein neues Mittel in der Hand, um den Kristalltypus zu erkennen. Andererseits aber darf man wohl erwarten, mit Hilfe der Kristallgitter auch die Natur der Röntgenstrahlung zu ergründen, und die in ihr enthaltenen Wellen in derselben Weise zu analysieren und zu messen, wie die Lichtwellen mit Hilfe der optischen Gitter.

[1]) Vergl. z. B. diese Zeitschrift *I*, 1913, S. 105 ff.

Die Flächen des Stoffaustausches im Säugetierkörper.

Von Prof. Dr. August Pütter, Bonn.

Die Beschäftigung mit den Problemen des Stoffaustausches im Säugetierkörper, mit den Fragen nach der Resorption und Sekretion von Gasen, Wasser, Salzen und organischen Stoffen in den verschiedenen Organen, führt überall auf die Frage, wie groß die *Flächen* sind, die das Sekret liefern, das wir in seiner Menge und Zusammensetzung beobachten, wie groß die Flächen sind, welche die Stoffe aufsaugen, die wir oft mit so erheblicher Geschwindigkeit aus resorbierenden Organen verschwinden sehen.

In der anatomischen und physiologischen Literatur findet man nur ganz vereinzelte Angaben über diese Größen: für die Größe der resorbierenden Fläche der Lunge liegen Schätzungen und Bestimmungen vor, die Gesamtfläche der roten Blutkörperchen, die beim Menschen etwa 3000 m² beträgt, ist eine bekannte Zahl, die schon erkennen läßt, wie bedeutend die Flächenentwicklung einer bestimmten Zellart werden kann.

Je feiner verteilt irgendwelche Materie ist, desto deutlicher tritt die Wirkung der Oberfläche hervor, und wir haben in den Absorptionserscheinungen an fein verteilten Stoffen, z. B. an Tierkohle, in den Erscheinungen der explosionsartig raschen Verbrennung von Mehl- oder Kohlenstaub, die besten Beispiele dafür, daß die Oberflächenentwicklung von maßgebender Bedeutung für den Ablauf von Reaktionen ist, daß mit zunehmender Oberflächenentwicklung ganz neue, erstaunliche Phänomene an einem System zur Beobachtung kommen können.

In der Physiologie der Resorption und Sekretion ist es üblich, einige extreme Beispiele von besonders raschem Stofftransport in der Form anzuführen, daß man angibt, das Wievielfache des eigenen Volumens ein Organ pro Tag an Sekret abgibt, oder was dasselbe ist, die Sekretmenge für 1000 g Organ und eine Stunde mitzuteilen. Die beistehende kleine Zusammenstellung gibt einige solche Zahlen. Danach sondert die Speicheldrüse im Mittel fast ihr eigenes Volumen pro Stunde ab, und diese Sekretmenge kann noch erheblich stei-

gen, so daß das eigene Volumen schon in einer halben Stunde zur Absonderung gelangt.

	Sekretmengen	
	in Vielfachen des eigenen Volumens pro Tag	auf 1000 g pro Stunde ccm
Niere, Erwachsen	5,3	220
Niere, Kind von 2—3 Wochen	12,5	520
Pankreas	12,5	520
Speicheldrüse	20,0	830

Solche Zahlen sind aber nicht geeignet, uns eine Vorstellung von den Leistungen der secernierenden Organe zu vermitteln: Das Sekret wird ja von einer *Fläche* geliefert, und um sich ein zutreffendes Bild davon zu machen, welche Leistung ein Organ der Sekretion oder auch ein solches der Resorption vollbringt, muß man die gelieferte Sekretmenge nicht mit der *Masse* des Organs vergleichen, sondern mit der Größe der *Fläche*, die die Leistung vollbringt.

Der Grund dafür, daß eine solche Betrachtung bisher nicht durchgeführt wurde, liegt wohl wesentlich darin, daß wir keine generelle Methode besitzen, um Flächen von so verwickelter Form zu *messen*, wie sie etwa die absondernden Flächen der Drüsenschläuche oder Drüsenbläschen, oder die resorbierenden Flächen der Zotten in der Darmschleimhaut darstellen.

Daß der Bau der Drüsen wie der Resorptionsorgane unter dem Gesichtspunkte der Flächenvergrößerung zu verstehen sei, ist eine allbekannte Lehre der Anatomie und Entwicklungsgeschichte; für die Physiologie aber erwächst die Aufgabe, die *absolute Größe* dieser durch Ein- und Ausstülpungen so bedeutend vergrößerten Flächen zu ermitteln, und durch Vergleichung der Leistungen, die von den verschiedenen Organen pro Flächeneinheit vollbracht werden, eine Vorstellung von den Leistungsähnlichkeiten und Leistungsunähnlichkeiten der einzelnen Organe desselben Organismus, der homologen Organe verschiedener Organismen und desselben Organs in verschiedenen Entwicklungsstadien zu gewinnen.

Die Flächen, um die es sich dabei handelt, können zwar, wie gesagt, nicht direkt *gemessen*, wohl aber mit einer für die erste Orientierung völlig hinreichenden Genauigkeit *berechnet* werden.

Denken wir uns den einfachsten Fall, daß ein Organ aus ganz gleich großen und gleichmäßig gelagerten kugelförmigen Bläschen von Epithelzellen bestünde, also kein Bindegewebe, keine Blutgefäße und keine ableitenden Wege für das Sekret besäße, so ist ohne weiteres einzusehen, daß eine einfache Messung des Durchmessers der Bläschen und eine Bestimmung ihrer Zahl in einer Raumeinheit genügen würde, um die Größe der arbeitenden Fläche genau zu berechnen. Die Abweichungen, die ein wirkliches Organ von einem derartigen, gedachten, zeigt, erschweren zwar die Rechnung und nehmen ihr die mathematische Genauigkeit, machen sie aber keineswegs unmöglich.

Auf Schnitten kann man mit dem Zeichenapparat die Flächen umgrenzen, die von Ausführgängen, Blutgefäßen und Bindegewebe eingenommen werden, und daraus deren Anteil am Aufbau des gesamten Organs berechnen. Die Messung einer genügenden Anzahl von Drüsenbläschen oder Drüsenschläuchen führt auf hinreichend genaue Mittelwerte für die Dimensionen dieser Teile. Auf diese Weise würden etwa die Flächen der Speicheldrüsen und des Pankreas zu berechnen sein (s. u.). Für andere Anordnungsarten der Elementarteile, wie sie z. B. die Drüsenschläuche des Dünndarms, die aufgeknäulten Schweißdrüsen, die Dünndarmzotten darstellen, lassen sich die Rechnungen in analoger, zum Teil noch einfacherer Weise durchführen. Ganz besondere Schwierigkeiten bietet bei ihrem komplizierten Bau die Berechnung der Fläche der *Niere*. Die schönen Untersuchungen *Peters* über den Bau dieses Organs geben aber auch hier die Möglichkeit der Berechnung. *Peter* hat für den Menschen wie für eine Reihe von Säugetieren die genauen Dimensionen aller einzelnen Abschnitte der Harnkanälchen angegeben, so daß die Fläche eines solchen leicht zu berechnen ist. Es bleibt also nur die *Zahl* der Harnkanälchen in einer Niere zu bestimmen, um die Gesamtfläche angeben zu können. Jedes Harnkanälchen hat bei den höheren Säugetieren einen und nur einen „Glomerulus", einen Blutgefäßknäul, der schon eben mit bloßem Auge und sehr leicht bei ganz schwacher Vergrößerung zu sehen ist. Auf den Glomerulus folgt das Hauptstück des Harnkanälchens, oder der Tubulus contortus (*b*, Fig. 1), hierauf der dünne Teil der Henleschen Schleife (*c*, Fig. 1), dann der dicke Teil der Schleife (*d*, Fig. 1), und endlich das „Schaltstück" (*e*, Fig. 1). Gelingt es, die Glomeruli zu zählen, so kennt man die Zahl der Harnkanälchen. Es ist nun nicht schwer, die Ausdehnung der Rindenfläche der Niere zu bestimmen, unter welcher die Glomeruli liegen, und auch die Zählung der Glomeruli auf bestimmten Flächen grober Schnitte, die senkrecht zur Nierenoberfläche geführt sind, bereitet keine Schwierigkeiten. So kann man berechnen, wie viele Glomeruli unter einem cm² der Nierenoberfläche liegen, und da die ganze Fläche der Nierenrinde gemessen ist, ergibt sich ohne weiteres die Gesamtzahl der Harnkanälchen. Dafür, daß diese Methode zu brauchbaren Resultaten führt, hat man die Möglichkeit einer Kontrolle: Es ist bekannt, daß sich beim Menschen nach der Geburt keine neuen Glomeruli mehr bilden, und so muß die Zahl, die für die Niere eines Neugeborenen ermittelt ist, mit derjenigen übereinstimmen, die für den Erwachsenen oder für irgend ein Entwicklungsstadium dazwischen gefunden wird. In der Tat ergeben sich folgende Zahlen:

	Fläche der Nierenrinde	Zahl der Glomeruli unter 1 cm²	Gesamtzahl der Glomeruli
Neugeborener .	48 cm²	36 000	1 720 000
Erwachsener . .	513 „	5 419	1 710 000

Der wahrscheinliche Fehler der Bestimmungen beträgt etwa 2 %, so daß ein Unterschied der beiden Zahlen um 30 000 innerhalb der Fehlergrenzen liegen würde, und die tatsächliche geringere Differenz als Zufall zu betrachten ist. Aus der Zahl der Harnkanälchen und der Fläche der einzelnen Kanälchen berechnet sich leicht die ganze harnabsondernde Fläche der Niere, und zwar beträgt ihre Größe beim Menschen 7,8 m².

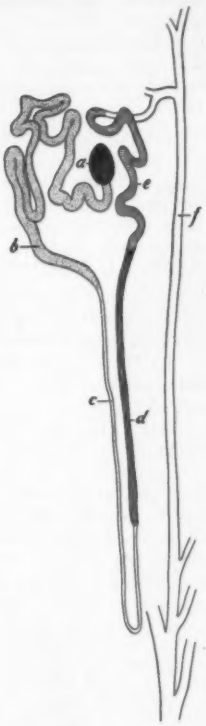

Fig. 1: Schema des Baues der Niere nach *Peter* (etwas verändert).
a Glomerulus, *b* Hauptstück oder Tubulus contortus, *c* und *d* Henlesche Schleife, *c* dünner, *d* dicker Schleifenteil, *e* Schaltstück, *f* Ausführgang.

Diese Fläche liefert pro Tag 1600 cm³ Harn, d. h. die Niere secerniert pro 1 m² in einer Stunde 8,6 cm³.

Das ist aber nur ein grober Mittelwert, der den Durchschnitt der Leistungen der fünf Abschnitte angibt, die sich an der Harnbereitung beteiligen: des Glomerulus, des Hauptstücks, des dünnen und des dicken Teils der Henleschen Schleife und des Schaltstückes. Die einzelnen Abschnitte können sehr verschieden hohe Leistungen vollbringen, ja, man muß noch mit der Möglichkeit einer Rückresorption in bestimmten Teilen der Niere rechnen, und nur die algebraische Summe aller dieser Prozesse gibt den Wert von 8,6 cm³ pro m² und Stunde. Mit diesem Werte für den Menschen allein ist nicht viel gewonnen, es lassen sich aber auch für einige Haussäugetiere die entsprechenden Zahlen angeben, wie sie die folgende Tabelle bringt.

Tierart	Nierenfläche in m²	Harnmenge in cm³	Harnmenge pro m² und Stunde
Kaninchen . . .	0,39	65	*6,9*
Katze	1,20	190	*6,6*
Schaf.	3,50	700	*8,33*
Mensch.	7,80	1600	*8,60*
Rind	39,30	8000	*8,48*

Diese Zahlen zeigen schon eine weitgehende Übereinstimmung zwischen den Leistungen der Nieren der verschiedenen Säugetiere, wenn man sie auf die Einheit der Fläche bezieht, und lehren so die innere Berechtigung einer derartigen Vergleichung. Man kann aber in der Vergleichung noch einen Schritt weiter gehen: Wenn wir annehmen, daß die homologen Abschnitte der verschiedenen Nieren pro Flächeneinheit bei normaler Beanspruchung *gleich viel* Sekret liefern, so können wir für alle fünf Abschnitte der Niere die absolute Menge des Sekretes pro m²-Stunde berechnen, wenn wir von fünf Tieren die täglichen Harnmengen kennen. Bekannt sind die Flächengrößen der einzelnen Abschnitte und die Summe der Sekrete aller fünf Abschnitte zusammen, denn diese Summe ist ja die tägliche Harnmenge.

Wir hätten also z. B. für den Menschen folgende Gleichung mit 5 Unbekannten:

$$0{,}498\,u + 4{,}25\,v + 0{,}48\,x + 1{,}55\,y + 0{,}98\,z = 1600,$$

wobei u die Sekretmenge im Glomerulus, v diejenige im Hauptstück, x im dünnen Schleifenteil, y im dicken Schleifenteil und z im Schaltstück ist. Die Faktoren vor den Buchstaben sind die Flächengrößen der entsprechenden Abschnitte in m² und auf der rechten Seite der Gleichung steht die tägliche Harnmenge mit 1600 cm³. Wenn wir die entsprechenden Gleichungen von noch weiteren vier Säugetieren haben, so können wir aus diesen fünf Gleichungen die fünf Unbekannten berechnen, wenn unsere Voraussetzung zutrifft, daß die homologen Nierenabschnitte gleiche Sekretmengen liefern.

Das System der fünf Gleichungen läßt sich nun in der Tat auflösen und liefert folgende Werte für die fünf Unbekannten:

Sekretmenge		pro m² u. Stunde
Glomerulus	u	+ 13,90
Hauptstück	v	+ 9,16
dünner Schleifenteil	x	— 8,35
dicker Schleifenteil	y	+ 12,50
Schaltstück	z	+ 4,16

Das Auffälligste an diesem Resultat ist, daß eine Erfüllung der Gleichungen nur möglich ist, wenn der Wert von x, d. h. der Wert der Ausscheidung im dünnen Teil der Henleschen Schleife, *negativ* wird, wenn also an dieser Stelle *keine Sekretion*, sondern eine *Resorption* stattfindet. Das ergibt

sich bei dieser Methode der Vergleichung als einfach rechnerisches Resultat, ohne irgend eine andere Voraussetzung als die, daß die Sekretmengen homologer Abschnitte der Nieren verschiedener Tiere einander gleich sind. Die histologische Untersuchung lehrt nun, daß im dünnen Teil der Henleschen Schleife die *Sekretgranula fehlen*, die die Histologie als so charakteristisch für secernierende Zellen erkannt hat, so daß hiernach der Schluß berechtigt war, daß in diesem Teil der Niere keine Sekretion stattfindet. Unsere Vergleichung führt noch einen Schritt weiter und zeigt eine *Rückresorption*. Die Menge der resorbierten Flüssigkeit beträgt im höchsten Falle (beim Kaninchen) etwa 25 % der Flüssigkeitsmenge, die im Glomerulus und im Hauptstück zusammen geliefert wird, beim Menschen nur 9,5 % dieser Menge, bei Schaf und Katze 10—11 %, und beim Rind 16,7 %. Es ist hieraus schon zu ersehen, daß diese Rückresorption nicht imstande ist, jene Eindickung zu bewirken, die nach *Ludwigs* Theorie der Harnbereitung das Filtrat aus dem Blutserum, welches im Glomerulus ausgeschieden werden sollte, in den weiteren Abschnitten der Niere erleiden müßte. Die Vergleichung des Anteils, den der dünne Schleifenteil an der Zusammensetzung der ganzen Nierenfläche nimmt, macht es unwahrscheinlich, daß ihm eine wesentliche Rolle bei der Harnbereitung zukommt. Bei den hier näher betrachteten Säugetieren schwankt die relative Flächengröße zwischen 6,2 % (Mensch) und 18,0 % (Kaninchen) der Gesamtfläche, bei primitiven Säugern aber ist sie noch viel geringer und macht beim Ameisenigel (Echidna) nur 0,85 % der ganzen Fläche aus.

Außer der Größe der Wasserausscheidung kann man natürlich auch diejenige irgendwelcher gelösten Stoffe im Verhältnis zur Flächengröße betrachten. Am interessantesten erscheint da die Größe der Stickstoffausscheidung, und auch sie zeigt weitgehende Übereinstimmung zwischen Flächengröße der Niere und Menge des ausgeschiedenen Stickstoffs, wie die folgenden Daten lehren.

	Fläche in m^2	Stickstoffausscheidung pro Tag in g	Stickstoffausscheidung pro m^2 u. Stunde
Schaf	3,20	5,6	73
Mensch . . .	7,12	13,0	75
Rind	34,20	64,0	78

Von Interesse ist endlich auch die Vergleichung der Leistung der Niere beim Neugeborenen und beim Erwachsenen. Die Menge der pro Flächeneinheit ausgeschiedenen Flüssigkeitsmenge ist in beiden Entwicklungsstadien *dieselbe*, wie die folgenden Zahlen zeigen:

	Fläche	tägliche Harnmenge	Harnmenge pro m^2 u. Stunde
Kind von 2—3 Wochen	1,44	300	8,70
Erwachsener .	7,80	1600	8,60

Ein Kind von 2,85 kg hat 1,44 m^2 Nierenfläche, ein Erwachsener von 72 kg 7,80 m^2. Welche dieser beiden Flächen ist relativ, d. h. im Verhältnis zum Körpergewicht, die größere?

Um diese Frage zu beantworten, muß man sich an den Satz erinnern, daß bei ähnlichen Körpern die Flächen im Verhältnis der Quadrate der Lineardimensionen stehen, die Gewichte im Verhältnis der Kuben der Lineardimensionen. Mathematisch ausgedrückt heißt das: bei ähnlichen Körpern ist der Quotient $\frac{\sqrt{F}}{\sqrt[3]{P}}$ konstant, wenn F die Fläche und P das Gewicht bedeutet. Wir nehmen hierbei die Gewichte in g, die Flächen in cm^2, und erhalten als Maß für die Größe der Nierenflächen folgende Zahlen:

$$\sqrt{14\,400} = 120, \quad \sqrt[3]{2\,850} = 14{,}2, \quad \frac{\sqrt{F}}{\sqrt[3]{P}} = 8{,}45,$$

$$\sqrt{78\,000} = 280, \quad \sqrt[3]{72\,000} = 41{,}6, \quad \frac{\sqrt{F}}{\sqrt[3]{P}} = 6{,}72.$$

Die Nierengröße des Kindes wird also gemessen durch die Zahl 8,45, jene des Erwachsenen durch die Zahl 6,72. Es ist also die kindliche Niere relativ viel größer als die Niere des Erwachsenen, aber pro Einheit der secernierenden Fläche liefern sie gleich viel Sekret. Bei ähnlicher Vergrößerung würde die Fläche beim Erwachsenen 12 m^2 betragen müssen, statt der 7,8 m^2, die sie tatsächlich hat. Es ist nun interessant, daß bis etwa zum 8. oder 9. Lebensjahr hin die Niere so groß bleibt, wie sie beim Neugeborenen ist, und erst dann die relative Verkleinerung eintritt. Die Zahl, welche die „Nierengröße" mißt, beträgt für die verschiedenen Lebensalter wie folgt:

Alter von 3 Wochen	8,45
„ „ 5 Monaten	8,10
„ „ 1,5 Jahren	8,80
„ „ 6 Jahren	8,28
„ „ 9 Jahren	8,31
Erwachsenen	6,72.

Als zweites Beispiel der Vergleichung von Leistung und Flächengröße wollen wir die *Enzym liefernden Drüsen* betrachten.

Für die Drüsen der Magenschleimhaut ist die Berechnung der Flächengröße nur ziemlich ungenau durchzuführen, dagegen läßt sich die Fläche der Speicheldrüsen, des Pankreas und der Dünndarmdrüsen leicht nach den Prinzipien berechnen, die schon oben entwickelt wurden, und wir erhalten folgende Zahlen:

	Fläche in m^2	Sekretmenge in cm^3	Sekretmenge pro m^2 u. Stunde	
Speicheldrüsen	11,0	1000—1500	3,8—5,7	Mittel 4,5
Pankreas . . .	11,0	800—1200	3,0—4,6	
Dünndarmkrypten. .	14,5	1500—2000	4,0—5,7	

Diese Drüsen sind also in ihrer mittleren Leistung pro m^2 und Stunde einander sehr ähn-

lich, sie liefern alle etwa 4,5 cm³ Sekret. Den Typus, den sie repräsentieren, können wir noch weiter dadurch kennzeichnen, daß die maximale Sekretmenge, die auf kürzere Zeit bei starker Reizung geliefert werden kann, mit 13—14 cm³, pro m² und Stunde, die mittlere Leistung nur etwa um das Dreifache übertrifft.

Es ist vielleicht nicht ohne Interesse, hier zu erwähnen, daß die Sekretion des dünnflüssigen Schleims, den der Blutegel absondert, nachdem er Blut gesogen hat, mit derselben Geschwindigkeit erfolgt wie die Sekretion in den Enzyme bereitenden Drüsen des Menschen. Die Blutegelhaut liefert in dem angegebenen Zustande 4 cm³ Sekret pro m² und Stunde.

Die ganze Menge der Sekrete, die von den Speicheldrüsen, dem Magen, dem Pankreas und der Dünndarmschleimhaut geliefert werden, und dazu die ganze Menge der täglich aufgenommenen Nahrung, d. h. zusammen 7,2—9,8 Liter, müssen mit Ausnahme der geringen Mengen, die im Kot erscheinen, von der Dünndarmschleimhaut resorbiert werden, und es fragt sich, wie groß die Fläche ist, die diese Leistung vollbringt. Durch die zahlreichen feinen Zotten wird die resorbierende Fläche der Darmschleimhaut so bedeutend vergrößert, daß auf 1 cm² Darmschleimhaut entfallen:

im Duodenum	23,5 cm²	Zottenfläche
im Jejunum	30,0 cm²	„
im Ileum	14,3 cm²	„

So stellt die gesamte resorbierende Fläche ein Areal von 43 m² dar, das im Mittel pro m² und Stunde 7,0—9,5 cm³ resorbiert, und im Maximum mehr als dreimal so viel, mindestens 23—25 cm³ resorbieren kann. Die Flüssigkeitsaufnahme geschieht hier also mit derselben Geschwindigkeit wie die Flüssigkeitsabgabe in den Hauptstücken der Niere, wo 9,2 cm³ secerniert werden.

Einen ganz anderen Typus der Leistung stellen die *Schweißdrüsen* dar. Ihre aktive Fläche berechnet sich beim Menschen zu 1,5 m², so daß bei einer mittleren täglichen Schweißmenge von 650 bis 700 cm³, wie *Schwenkenbecher* sie angibt, auf einen m² pro Stunde als mittlere Leistung 18,7 cm³ entfallen, also noch etwas mehr, wie im Glomerulus der Niere (13,9) oder im dicken Schleifenteil (12,5) secerniert wird. Besonders bemerkenswert ist aber die Fähigkeit dieses Drüsentypus, seine Leistung ganz ungeheuer zu steigern, denn wenn, wie es beobachtet worden ist, in einer Stunde bei abundantem Schwitzen 500—600 cm³ secerniert werden, so bedeutet das pro m² und Stunde 335 bis 400 cm³ und stellt der mittleren Leistung gegenüber eine Steigerung auf das 22 fache dar.

Wie in bezug auf die mittlere Leistung, so scheinen auch in bezug auf die Leistungsgrenze die Glomeruli der Niere die meiste funktionelle Ähnlichkeit mit den Schweißdrüsen zu haben. Die *stündliche* Harnmenge kann bei reichlicher Flüssigkeitszufuhr von 70 cm³ (normal) auf 731 cm³ steigen, d. h. auf das 11 fache des Normalwertes, und da sich sicher nicht alle Abschnitte gleichmäßig an dieser Steigerung beteiligen, muß die maximale sekretorische Leistung der Glomeruli die Norm noch erheblich mehr übersteigen. Wir würden die angegebene gewaltige Harnflut bekommen, wenn wir annehmen, daß die Sekretion in den Hauptstücken der Niere und in den Schaltstücken im Verhältnis von 1 : 3, in den Glomerulis und im dicken Teil der Schleife im Verhältnis von 1 : 22 gesteigert sei, d. h. daß die Prozesse des Stoffaustausches in Hauptstück und Schaltstück nach dem Typus der Speicheldrüsen bzw. des Dünndarmepithels verliefen, im Glomerulus und im dicken Teil der Schleife nach dem Schweißdrüsentypus.

Wie wir den Typus der Speicheldrüsenleistung in der Blutegelhaut wiederfanden, so können wir den Schweißdrüsen- bzw. Glomerulustypus in dem Wassertransport durch die Pellicula einer Reihe Ciliater Infusorien wiederfinden. Die Größe dieses Wassertransportes kann man aus der Leistung der kontraktilen Vakuolen dieser Tiere ermitteln, die beständig die Flüssigkeitsmengen entfernen, welche durch die Pellicula in die Zelle eintreten. Es ergibt sich, daß die Resorption durch die Zelloberfläche bei diesen Einzelligen 16,4—30,9 cm³ pro m² und Stunde beträgt, eine Menge, die wohl noch weiterer Steigerung fähig ist und durchaus der Leistung der Schweißdrüsen entspricht.

Außer dem Speicheldrüsen- und dem Schweißdrüsentypus können wir noch den der Leistung der *Gallenkapillaren* unterscheiden. Die Fläche der Gallenkapillaren ist eine sehr große und dürfte für den Menschen mit 30 m² eher zu niedrig als zu hoch veranschlagt sein. Durch diese Fläche werden pro Tag nur 500—1100 cm³ Sekret transportiert, was pro m² und Stunde 0,69 bis 1,53 cm³ bedeutet, eine Leistung, die hinter derjenigen des Speicheldrüsentypus um das 3—7 fache zurückbleibt. Es liegt nahe, daran zu denken, daß die besonderen Löslichkeitsverhältnisse der Gallensäuren und des Cholesterins, die hier zur Absonderung gelangen, eine der Bedingungen darstellen, die einen so geringfügigen Flüssigkeitstransport bewirken.

Die größte Fläche des Stoffaustausches stellen im Säugetierkörper die kapillaren Blutgefäße dar. Ihre Entwicklung ist in den einzelnen Organen sehr verschieden, läßt sich aber meist mit ziemlicher Genauigkeit berechnen, da die Anordnung gewöhnlich eine sehr regelmäßige ist. Sehr verbreitet ist z. B. der Typus eines räumlichen Maschenwerkes mit kubischen oder prismatischen Maschenräumen, einen weiteren typischen Fall bilden flächenhaft ausgebreitete Kapillarnetze, welche kugelige Gebilde (Fettläppchen, Drüsenläppchen) umspinnen.

Man kann sich eine Vorstellung von der relativen Ausdehnung der Kapillaren in den einzelnen Organen machen, wenn man angibt, wie groß die Fläche der Kapillaren ist, die auf einen cm³ des Organs entfallen, und kann diese Zahl als die „spezifische aktive Fläche" der Kapillaren des Organs bezeichnen. Die folgende Zusammenstellung gibt diesen Wert für einige Organe bzw. Organsysteme.

	Fläche der Kapillaren	
	auf 1 cm³ Organ in cm²	für das ganze Organ in m²
Zentralnervensystem,		
weiße Substanz	46	4
graue Substanz	400	22
Niere { Mark	600	18
Niere { Rinde	1200	
Milz	800	14
Muskel	600—800	2400

Die Gesamtfläche aller Kapillaren des großen Kreislaufs berechnet sich auf etwa 2900 m², wovon allein 2400 m² auf die Kapillaren der Muskulatur entfallen, dazu kommen noch etwa 140 m² für die Kapillaren des kleinen Kreislaufes, so daß beim Menschen die Fläche aller Kapillaren rund 3000 m² beträgt. Diese große Fläche kann natürlich leicht große Flüssigkeitsmengen in das Blutgefäßsystem hinein oder aus ihm hinaus transportieren. So fand z. B. *Magnus*, daß etwa fünf Minuten, nachdem einem Hunde von 9 kg Gewicht 2260 cm³ verdünnte Kochsalzlösung ins Blut injiziert waren, sich im Blut nur noch 272 cm³ nachweisen ließen, rund 2000 cm³ waren in der kurzen Zeit durch die Kapillarwände hindurchgetreten. Man kann die Fläche der Kapillaren beim Hunde auf etwa 292 m² schätzen, so daß der Flüssigkeitstransport pro m² und Stunde 68,5 cm³ beträgt, ein Wert, der weit hinter dem zurückbleibt, was die Schweißdrüsen zu leisten imstande sind. Durch die Wände der Blutkapillaren wird auch beim Menschen eine viel geringere Flüssigkeitsmenge transportiert als durch die Drüsenzellen der Schweißdrüsen, denn die Fläche der Kapillaren übertrifft jene der Drüsenzellen etwa um das 3,5 fache. Aus einer Reihe von Erfahrungen über den Flüssigkeitstransport in den verschiedenen Organen kann man für die mittlere Flüssigkeitsmenge, die pro Stunde durch 1 m² Kapillarwandfläche hindurchtritt, etwa folgende Werte angeben:

für die Speicheldrüsen . .	7,5—10,8	cm³
„ „ Schweißdrüsen . .	5,5	„
„ „ Nierenkapillaren .	4—6	„

Rechnen wir als Mittelwert 5 cm³, so würden durch die 3000 m² der Kapillaren des ganzen Körpers pro Stunde 15 Liter hindurchtreten, d. h. in jeder Richtung 7,5 Liter. Eine wie außerordentlich gute Durchmischung der Körpersäfte hierdurch bewirkt wird, kann man sich vorstellen, wenn man bedenkt, daß die ganze Menge des Blutplasmas beim Menschen nur etwa 4 Liter beträgt, so daß also fast die doppelte Menge pro Stunde die Blutbahn verläßt, und eine ebenso große Menge aus der Gewebsflüssigkeit in das Blut übertritt. Hiermit ist aber noch durchaus nicht die Leistungsgrenze der Kapillaren erreicht, die vielmehr einen noch etwa 12—14mal intensiveren Flüssigkeitsaustausch ermöglichen würde.

Es besteht eine unerwartete Einheitlichkeit der Leistungen so verschiedener Organe, die die verschiedensten Stoffe im Sinne einer Resorption oder Sekretion transportieren, *sobald man die Leistungen mit der Größe der aktiven Flächen vergleicht.*

Wenn der Typus der Speicheldrüsen 4—5 cm³ pro m² und Stunde secerniert, der Schweißdrüsentypus 12—19 cm³, so bedeutet das, daß sich auf der Zellfläche dieser Organe eine Sekretschicht von 4 bis 5 μ bzw. 12—19 μ Höhe ansammeln würde. Da z. B. die Zellen des Pankreas etwa 17 μ hoch sind, so würde die mittlere stündliche Sekretmenge nur eine Schicht von ⅓ der Zellhöhe bedeuten, und selbst bei maximaler Sekretion würde die Dicke der pro Stunde gelieferten Sekretmenge noch nicht die Höhe der Zellschicht erreichen.

Selbst die größten sekretorischen Leistungen scheinen nicht mehr besonders erstaunlich, wenn man sich vergegenwärtigt, wie groß die Flächen sind, welche sie vollbringen[1]).

Die Brachiopoden des Kambriums von Nordamerika.

Von Dr. Carl L. Henning, Denver Colo. U. S. A.

Die kambrische Periode ist das älteste geologische Zeitalter, aus dem uns zahlreiche Fossilien erhalten sind. Die meisten dieser Petrefakte stellen die Muscheln oder andere harte Teile mariner Lebewesen dar, die in den Sanden und Sedimentärablagerungen jener Zeit abgelagert wurden. Damit ist freilich nicht gesagt, daß im Kambrium überhaupt erst die ersten und einfachsten Lebewesen uns entgegentreten. Wir besitzen auch aus der vorkambrischen Zeit, dem Archaikum und Algonkium, für welch letzteres erdgeschichtliche Zeitalter in der amerikanischen Geologie das Wort *„Proterozoic era"* (nach dem Vorgange *Thom. C. Chamberlins*) gebraucht wird, Überreste von Lebewesen, aber diese sind bisher noch nicht in genügender Zahl aufgefunden worden, um eine genaue systematische Reihenfolge der einzelnen Spezies aufzustellen. Erst mit dem Kambrium beginnt „reges Leben", und gerade nach Nordamerika müssen wir unsere Blicke wenden, wenn wir die vielgestaltige Tierwelt dieser Periode begreifen wollen.

Es ist das unbestrittene Verdienst *Charles D. Walcotts*, des früheren Direktors der U. S. Geological Survey und jetzigen Sekretärs der Smithsonian Institution in Washington, seit 30 Jahren sich fast unausgesetzt der Paläontologie des Kambriums gewidmet und als Bahnbrecher in der paläontologischen Forschung überhaupt gewirkt zu haben. Abgesehen von seinen diesbezüglichen, grundlegenden Arbeiten in den Berichten des U. S. National Museums und der Smithsonian Institution, hat *Walcott* zum ersten Male im 10. Annual Report der U. S. Geological Survey (1888/89) in seiner Abhandlung: *„Fauna of the Lower Cambrian or Olenellus zone"* (ibid. S. 509 bis 763, Taf. 43—98) die Paläontologie der Brachiopoden ausführlich behandelt, jener Gruppe von Tieren, die man früher wegen ihrer äußeren Ähn-

[1]) Nähere Angaben siehe *A. Pütter*, Aktive Oberfläche und Organfunktion. Z. f. allgem. Physiol. Bd. 12. 1910, p. 125—214.

lichkeit mit Muscheln zu den Weichtieren rechnete, heute aber als eine eigene Klasse betrachtet.

Kürzlich hat nun der Genannte die Wissenschaft mit einer umfangreichen Monographie bereichert, die wohl auf Jahrzehnte hinaus als das grundlegende Werk über die „Armfüßer" gelten wird:

Cambrian Brachiopoda. In 2 Bänden. 1912. Teil I, 872 S.; Teil II, 104 Lichtdrucktafeln. — Monograph 51 der U. S. Geological Survey. — Preis für beide Bände 4 Doll., nach dem Ausland zuzüglich Porto.

Die Vorarbeiten zu diesem Werk begann *Walcott* unmittelbar nach Veröffentlichung der vorerwähnten Studie im 10. Ann. Rep. der Survey, doch haben Berufspflichten und andere Arbeiten den im 63. Lebensjahr stehenden Gelehrten verhindert, die große Monographie früher erscheinen zu lassen, an der er sich gleichzeitig der Mithilfe einer großen Anzahl amerikanischer und europäischer Forscher zu erfreuen hatte.

Die Monographie behandelt die über 1000 verschiedene Arten aufweisenden Brachiopoden historisch, geologisch und zoologisch. Es ist von selbst klar, daß man einem solch bedeutenden Werk nicht in einem Referat, auch wenn es noch so ausführlich wäre, gerecht werden kann. Der Zweck dieser kurzen Besprechung soll nur der sein, das Werk auch bei den deutschen Freunden der Geologie und Paläontologie einzuführen.

In den einleitenden Kapiteln gibt *Walcott* zunächst eine erschöpfende Bibliographie (S. 13—26), ein Referat über synonyme Ausdrücke (S. 27—98) und eine alphabetisch geordnete Übersicht über die geographische und stratigraphische Verteilung der Brachiopoden (S. 98—291), an die sich eine zoologische Terminologie anschließt (S. 291—296), wodurch auch der der Paläontologie ferner Stehende ein Verständnis für die zahlreichen technischen Ausdrücke, die in dieser Wissenschaft ebenso wenig fehlen wie in einer anderen, gewinnt. Hieran schließt sich die Einzelbeschreibung der unendlich vielseitigen Tiergruppe, die uns in dem die Tafeln enthaltenden Band lebenswahr entgegentritt. Um eine allgemeine Übersicht über den Entwicklungsgang der einzelnen Brachiopodenspezies zu gewinnen, hat *Walcott* ein provisorisches Diagramm entworfen, das die Entwicklung der Gruppe von den einfachsten bis zu den vollendetsten Formen anschaulich machen soll.

Bevor ich indessen den speziellen Teil des Werkes kurz skizziere, seien einige Bemerkungen vorausgeschickt.

Kambrische Schichten sind in Nordamerika weit verbreitet, ja man kann sagen, daß der nordamerikanische Kontinent das Kambrium in seiner größten Entfaltung zeigt. Während des Unteren Kambriums *(Georgian-Stufe; Olenellus-Schichten)* war nach den eingehenden Untersuchungen von *Ulrich* und *Schuchert* der ganze mittlere Teil des Kontinents trocken. Nur am Ost- und Westrande war Meer, und wird die Gleichmäßigkeit der marinen Verhältnisse durch die Gleichförmigkeit der Fauna an den beiden Küstenlinien des Kontinents bestätigt. Des weiteren ist es eine gesicherte Tatsache der Geologie, daß die großen Seebecken und Kontinentalmassen ihre relativen Lagen schon während des Algonkiums inne gehabt haben müssen. Im mittleren Kambrium *(Acatian-* oder *St.-John-Stufe; Paradoxides* und äquivalente Trilobitenschichten) kam vom Stillen Ozean und vom Süden her eine sich rasch ausbreitende Transpression, die das ganze Innere des Kontinents bis weit nach Osten überflutete. Es entstand das sog. „inneramerikanische" Meer oder, wie *Walcott* es nennt: die Mississippisee. „Das Meer drang langsam über das Land vor und verteilte die Zertrümmerungsprodukte, die von ihm verarbeitet oder von seinen Zuflüssen ihm zugeführt wurden, als Sandbänke längs der Küste. Von Arizona bis Texas, Missouri, den Black Hills, dem östlichen Rand der Rocky Mountains und längs der Nordgrenze in Minnesota, Wisconsin, Michigan, Canada und den Adirondacks von New York ist das Bild dasselbe: Sandstein, der auf vorkambrischen Gesteinen lagert und im wesentlichen dieselbe Fauna einschließt. In einigen Gegenden nahm die Tiefe des Meeres rasch zu und kalkige Sedimente häuften sich auf dem Sande an, wie in Arizona, Texas, den Black Hills und an einigen Punkten am Ostfluß der Rocky Mountains" *(Walcott)*. — Nur verhältnismäßig kleine Teile des Nordostens der Vereinigten Staaten und Canadas blieben von der großen Transgression unberührt und hielten ihre Verbindung mit dem Atlantischen Ozean aufrecht. Im weiteren Verlauf des Mittleren Kambriums aber trat allmählich ein Zurückgehen des Mississippisees ein, bis im Oberen Kambrium *Potsdam-[Saratogan-]*Stufe; *Dicellocephalus-* oder *Peltura*-Schichten) eine weitere bedeutende Transgression erfolgte und das Meer noch weiter um sich griff. Die Potsdamserien (Sandsteine) bedecken nicht nur die östlichen und westlichen Randländer des Kontinents, sondern finden sich auch weit verbreitet im Innern. Das Obere Kambrium ruht im Osten und Westen konkordant auf den Schichten des Mittleren Kambriums, dagegen im Innern diskordant auf präkambrischen Schichten.

Die ältesten kambrischen Fossilien finden sich in den Schichten des Unteren Kambriums des südwestlichen Nevada und im benachbarten Inyo County-Areal des östlichen Kalifornien. In Abteilungen, die etwa 120 Meilen voneinander entfernt liegen, hat dort das Untere Kambrium eine Mächtigkeit von nahezu 2000 m bei einer aus Kalkstein bestehenden Deckschicht von 250 bis 700 m. Unterhalb dieses Kalksteinlagers treten kalkhaltige Schichten auf, neben Sandstein, kieseligen und kalkigen Schiefern.

Nach *Walcott* ist die primitivste, aber nicht älteste, Spezies aus dem Kambrium die *Rustella edsoni*. Sie findet sich vergesellschaftet mit *Olenellus thompsoni* in Vermont, wo sie vom obersten Unteren Kambrium bis zur Basis des kambrischen Systems vorkommt. *Walcott* vermutet, daß *Trematobolus excelsis* der älteste Brachiopode ist; die Form ist bereits hoch entwickelt und muß deshalb eine lange Entwicklung aus den primitiven Brachiopoden *(Protegulum-Stufe)* durchlaufen haben. *Rustella edsoni* stellt gleichzeitig die primitivste Form der Gattung *Atremata* dar. Neben ihr tritt

Micromitra im Unteren Kambrium der kanadischen Rockies auf, welche Gattung sich bis zum Schluß der Oberen Kreide erhält, um dann in *Mickwitzia*, die ebenfalls im Unteren Kambrium auftritt, und in *Helmersenia* und *Volborthia* des Oberen Kambriums überzugehen. *Obolus* wird etwas später als *Micromitra* bekannt und dauert bis in das Untere Silur, um sich dann in mehrere Subspezies zu teilen. *Walcott* ist der Ansicht, daß der *Lingulella* ähnliche Formen aus der primitiven *Obolus* im frühen Kambrium sich entwickelten, da die Art zuerst im unteren Teil des Unteren Kambriums bekannt wird und während des Verlaufs des gesamten kambrischen Systems bis ins Untere Silur fortdauert. Die Unterart *Lingulepis* erscheint im Mittleren Kambrium und erhält sich bis ins Untere Silur.

Die Gattung *Neotremata* der Brachiopoden reicht vom Unteren Kambrium bis ins Untere Silur und hat in *Acrothele* ihre älteste und einfachste Form, von der *Acrotreta*, und von dieser *Acrothyra* und *Discinopsis* sich ableiten. Ein anderer Zweig ist in *Trematobulus* vertreten, die wahrscheinlich der direkte Vorläufer der *Siphonotretidae*, einer Abzweigung der primitiven *Obolella*, ist. *Yorkia* tritt im Unteren Kambrium, *Dearbornia* im oberen Teil des Mittleren Kambriums auf.

Als Vorfahren der echten *Protremata* kommen *Nisusia* und *Billingsella* in Betracht. Beide scheinen von jenen Stammformen zu kommen, die von *Micromitra* zu *Kutorgina* des Unteren Kambriums führt. Ein charakteristischer Vertreter der Gattung *Protremata* ist ferner *Schuchertina*, während *Eoorthis* erst in den unteren Schichten des Mittleren Kambriums auftritt und durch das Obere Kambrium bis in das Untere Silur vorkommt.

Bei dem Versuche, zwischen den *Billingseliden* des Kambriums und den *Orthiden* des Unteren Silur eine genetische Beziehung ausfindig zu machen, bieten die paläontologischen Reste insofern Schwierigkeiten, als eine große Lücke zwischen den Versteinerungen des Oberen Kambriums und des mittleren Unter-Silur die Vergleiche sehr erschwert. Die *Orthiden* des mittleren Unter-Silur schließen eine große Gruppe von Brachiopoden ein, die grundsätzlich von der Gruppe der *Billingselliden* in bezug auf den Bau der Schale verschieden sind. Daß diese Lücke in der systematischen Reihenfolge der einzelnen Arten im Verlauf des Fortschritts der paläontologischen Forschung ausgefüllt werden wird, ist durchaus nicht unwahrscheinlich, und es bedarf nur einer sorgfältigen Untersuchung auch der kambrischen Schichten außeramerikanischer Erdteile, um möglicherweise hier die Brücke zu schlagen.

Die Fundstätten erwähnt *Walcott* bei jeder Art auf das genaueste, so daß sich ein gutes Bild der Verteilung der Brachiopoden über den Kontinent gewinnen läßt. Summarisch betrachtet, kommt *Walcott* dabei zu folgendem Ergebnis:

Die *Olenellus*-Fauna bevölkert die O- und W-Seite eines Kontinents, der in seiner allgemeinen Konfiguration Nordamerika, wie es heute ist, darstellt. Genau gesprochen lebte diese Fauna aber nicht auf der dem Ozean zugewandten Küste, sondern auf den Küsten der Binnenmeere, Sunde, Meeresarme oder Lagunen, die die Zwischenräume zwischen den verschiedenen Landmassen einnahmen, die aus der teilweise vom Meer bedeckten kontinentalen Plattform östlich und westlich des zentralkontinentalen Areals emporragten. Auf der Ostseite erstreckte sich das erste Land östlich vom zentralen Teil des Kontinents von Alabama nordöstlich längs der Linie der gegenwärtigen Kette der Appalachen bis zu den Green Mountains von Vermont, diese einschließend. Ob die Fauna auch in der Gegend des Connecticut River und von da bis östlich von den Green Mountains vorkam, ist nicht bekannt. Daß sie weiter östlich vorkam, wird durch ihr Auftreten im östlichen Massachusetts und nordwestlichen Neufundland bewiesen. Noch weiter östlich kommt sie auf der Halbinsel Avalon vor, bis zu der Stelle, wo die archäischen Gesteine das zentrale Neufundland kreuzen. Zur Stütze dieser Sätze stellt *Walcott* folgende Hauptsätze auf:

1. Die die *Olenellus*-Fauna enthaltenden Schichten sind nur in den östlichen und westlichen Teilen des Kontinents bekannt;
2. soweit bis jetzt bekannt, fehlen Schichten des Unteren Kambriums im Innern des Kontinents;
3. die Schichten des Oberen Kambriums überlagern diskordant die Gesteine des Algonkian und Archäen in jenen Provinzen, wo Schichten des Mittleren und Unteren Kambriums fehlen;
4. die Schichten des Mittleren und Unteren Kambriums unterlagern konkordant jene des Oberen Kambriums auf der O- und W-Seite des Kontinents überall da, wo die drei Abteilungen des Systems vorkommen.

Die physischen Verhältnisse des späteren Unteren Kambriums hielten bis ins Mittlere Kambrium an und waren in der Hauptsache gefolgt von einem graduellen Einsinken des Landes, Erosion und von Oberflächenveränderungen im kontinentalen Areal südlich von den Großen Seen. In dem Maße, wie dann weiter das Meer über diese Areale und über die dem Appalachen- und Cordillerensystem benachbarten Küstengebiete sich ausbreitete, war dem wärmeren Leben Gelegenheit zu reicher Formentfaltung gegeben. So ist die *Paradoxides*-Fauna der atlantischen Küste und die *Olenoides*-Fauna des Pacific nur eine Illustration für das vielgestaltige Leben jener Zeit und jener Räume.

Auf die so überaus wichtige Frage der Biogenesis der Brachiopoden geht *Walcott* in seiner großen Monographie nicht ein; dagegen hat er diesen Punkt vor mehreren Jahren (November 1908) auf der Naturforscherversammlung in Baltimore kurz berührt, und ich gebe seine diesbezüglichen Äußerungen[1]) nach dem Wortlaut seines Essays über *„Evolution of early paleologic faunas in relation to their environment"* wieder.

[1]) Zuerst erschienen im Journal of geology 1908; dann abgedruckt in Outlines of geologic history with especial reference to North America von *B. Willis* u. *R. D. Salisbury*. — The University of Chicago Press. 1910. S. 28—37.

Daß das Milieu *(environment)* des Mittleren Kambriums einer rascheren Entwicklung der Lebewesen günstiger war als das Untere und Obere Kambrium, wird durch die stratigraphische Verteilung der Brachiopoden bewiesen. In den auf gewisse Areale beschränkten Gewässern des Unteren Kambriums lassen sich die Brachiopoden der ganzen Welt in 20 Arten und 75 Spezies nachweisen, im Mittleren Kambrium dagegen sind es 31 bzw. 243 und im Oberen Kambrium 23 bzw. 137. Bei den Trilobiten walten ähnliche Verhältnisse vor. *Walcott* stellt dann folgende Hauptsätze auf:

1. Mehr oder weniger gleichmäßige und günstige, selbst warme klimatische Verhältnisse müssen geherrscht haben, um eine so große Verbreitung von fast identischen, korallenähnlichen Organismen, wie sie im Unteren Kambrium vorkommen und der großen Zahl von Individuen verschiedener Spezies von Trilobiten usw. zu erklären, die sich im Mittleren Kambrium finden;
2. die schnelle und ausgeprägte Entwicklung der Fauna des Mittleren Kambriums ist in der Hauptsache auf die Ausbreitung der kambrischen Meere und die dadurch bedingte Verschiebung der Küstenlinien und durch Veränderung der Wohnplätze der Tiere usw. zu erklären;
3. die Diversifizierung der Fauna des Mittleren Kambriums wird in der Hauptsache auf eine rapide Entwicklung der provinzialen oder isolierten Faunen zurückzuführen sein, die ihrerseits wieder durch das Zusammenbrechen der trennenden Landbarren sich mit der weiter verbreiteten Fauna vermischte;
4. die freie Bewegung der Störungen in den kambrischen Meeren muß für die kosmopolitische Fauna des Früh-Paläozoikums verantwortlich gemacht werden.

Auf die Frage, *wie* das erste Leben im Kambrium bzw. in der präkambrischen Zeit entstanden ist, geht *Walcott* nicht ein, und er tut auch recht daran. Amerikanischerseits ist diese „Frage aller Fragen" ebenso zu lösen versucht worden, wie bei dem Volke der Denker. Es hieße aber den Raum dieser Skizze weit überschreiten, wenn ich die verschiedenen diesbezüglichen Theorien hier folgen lassen würde, denn vorläufig und wohl auch noch auf lange hinaus — müssen wir uns wohl oder übel der Worte erinnern, die vor 2500 Jahren der alte Xenophanes seinen Volksgenossen zurief:

Selbst wer die volle Wahrheit uns enthüllte,
Nie würd' er wissen, ob es Wahrheit ist,
Denn alles, was wir sagen, bleibt Vermutung.

Die Physik auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

Von Prof. Dr. Karl Scheel, Berlin-Dahlem.

(Schluß.)

Vierte Sitzung. Mittwoch, den 24. September 1913, vormittags, gemeinsam mit den Abteilungen für Chemie und Elektrochemie sowie für Mineralogie und Geologie. Vorsitzender: Herr *H. Rubens* (Berlin). Vorträge: 1. Herr *M. v. Laue* (Zürich): „Über Interferenz von Röntgenstrahlen in Kristallen". Der Vortragende entwickelt eine Theorie der Interferenz der Röntgenstrahlen und bespricht kurz die in neuerer Zeit auf diesem Gebiete unternommenen Versuche und Messungen. Sodann geht er auf die Bedeutung der Röntgenstrahleninterferenz für die Untersuchung der Struktur der Kristalle ein, insbesondere auf das Aussehen der Interferenzen bei Diamant sowie bei einer Reihe hemiedrischer Kristalle. Es gibt Fälle (Zinksulfid, Diamant, Nickelsulfat), in welchen kein Einfluß der Hemiedrie zu spüren ist. Dagegen zeigen Aufnahmen an Hauerit und Pyrit, daß die Richtung parallel zur Würfelkante keine vierzählige, sondern nur noch eine zweizählige Achse dieser hemiedrischen Kristalle ist. Obwohl beide derselben Klasse angehören, unterscheiden sich dennoch ihre Interferenzbilder. Auch die Schraubenstruktur des Quarzes, welche u. a. durch das optische Drehvermögen bewiesen wird, zeigt sich im Interferenzbild. Durchstrahlt man Rechtsquarz parallel zur Hauptachse, so findet man keineswegs wie beim Beryll hexagonale Symmetrie. Zwar, richtet man seine Aufmerksamkeit allein auf die Lage der Punkte, so bleibt diese Symmetrie bestehen; aber die Verteilung der Intensitäten entspricht ihr nicht, so daß man tatsächlich nur dreizählige Symmetrie beobachtet. Den Unterschied zwischen dem Rechts- und Linksquarz zeigen zwei Aufnahmen, bei welchen eine Nebenachse Durchstrahlungsrichtung war; die beiden Bilder gehen durch Spiegelung ineinander über. Stellt man die Frage, ob es möglich ist, mit Hilfe der Röntgenstrahlinterferenzen die Struktur eines Kristalles vollständig und eindeutig zu bestimmen, so läßt sich diese nicht uneingeschränkt bejahen. Wir stehen den Kristallen jetzt ähnlich gegenüber, als sollten wir ein optisches Gitter ohne Mikroskop, allein aus seinen Spektren heraus untersuchen. Die Gesamtheit dieser Spektren enthält freilich, wie ja besonders *Abbe* betont hat, alle Elemente, aus denen sich das mikroskopische Bild zusammensetzt. Aber zur Konstruktion dieses Bildes genügt die Kenntnis der Lage und Intensität der Spektren nicht. Es kommt noch wesentlich auf die Phasen an, mit welchen diese gegeneinander schwingen. Man müßte mindestens auch noch die Phasendifferenzen zwischen den verschiedenen Interferenzpunkten eines Photogramms feststellen; erst dann wäre es möglich, zwingende Schlüsse auf Kristallstrukturen zu ziehen. — 2. Herr *W. Friedrich* (München): „Über Röntgenstrahlinterferenzen". Der Vortragende behandelte im besonderen das Thema, welche Schlüsse sich aus den bisherigen Interferenzversuchen mit Röntgenstrahlen an Kristallen auf das Spektrum derselben sowie auf ihre Wellenlänge ziehen lassen. Sowohl die Interferenzerscheinungen, die beim Durchgang der Strahlen durch Kristalle beobachtet werden, wie diejenigen bei der Reflexion an Spaltflächen ergeben übereinstimmend das Vorhandensein eines kontinuierlichen Spektrums, das den durch das Kristallgitter als Dispersionsapparat zerlegten Impuls darstellt und dessen Intensitätsmaximum und Grenze nach den kurzen Wellenlängen hin von der Geschwindigkeit der die Röntgenstrahlen erzeugenden Kathodenstrahlen abhängig ist. Dieses kontinuierliche Spektrum wird überlagert von einem zweiten linienartigen, dessen Herkunft die charakteristische Stellung der Antikathode ist, das sich also für verschiedenes Material der Antikathode in bezug auf die Lage und Intensität seiner Linien ändert. Die Größe der Wellenlänge der Röntgenstrahlen läßt sich wegen der nicht genügend eindeutig bestimmbaren Konstante der Kristallgitter absolut nicht aus diesen Interferenzver-

suchen herleiten. — 3. Herr *E. Wagner* (München): „Experimenteller Beitrag zur Interferenz der Röntgenstrahlen". Nach Versuchen mit Herrn *R. Gloiker*. Ein beim Durchgang primärer Röntgenstrahlen durch einen Steinsalzkristall (I) abgebeugter Röntgenstrahl wurde seinerseits wiederum durch einen Steinsalzkristall (II) geschickt. Das so gewonnene Röntgenogramm (II) zeigte vergleichsweise eine geringe Auswahl unter den Interferenzflecken auf einem Röntgenogramm (I), welches erhalten wurde, wenn primäre Röntgenstrahlen anstatt der gebeugten unter identischen Versuchsbedingungen durch den Kristall II gingen; insbesondere fehlten im Bilde II viele Flecke ganz, die im Bilde I sehr stark auftraten. Dies Ergebnis beweist, daß die abgebeugten Röntgenstrahlen nicht abgelenkte oder „zerstreute" primäre sein können. Vielmehr liefern die Versuche einen zahlenmäßigen Beweis für die Richtigkeit der Interferenztheorie in der Form der hier anzuwendenden Spiegelungsauffassung *Braggs*. Diese ergibt für die Wellenlänge λ der an parallelen Kristallebenen (mit dem Abstand d) reflektierten Strahlen den Ausdruck $n \cdot \lambda = 2\,d \cos\varphi$, wo n eine kleine ganze Zahl und φ der Einfallswinkel ist. Alle hieraus (nach Bestimmung von φ und d) berechneten Grundwellenlängen ($n = 1$), die den wenigen Interferenzflecken auf Bild II zukommen, ergeben sich zahlenmäßig teils als gleich der vom Kristall I einfallenden Grund-Wellenlänge λ_0, teils = $\frac{1}{2}\lambda_0$, in einem Falle = $\frac{1}{3}\lambda_0$. Dagegen blieb (wie bei *Wulff* und *Uspenski*) die Grund-Wellenlänge $2\,\lambda_0$ auf Bild II aus. — 4. Herr *G. Tammann* (Göttingen): „Über die Theorie des Polymorphismus". (Vgl. diese Zeitschr. S. 1021—1025, 1064—1069). — 5. Herr *R. Zsigmondy* (Göttingen): „Über Gelstrukturen". (Vgl. diese Zeitschr. S. 1013—1014.) — 6. Herr *J. Stark* (Göttingen): „Über die elektrische und die damit verbundene optische Änderung der chemischen Atome".

Fünfte Sitzung am Mittwoch, den 24. September 1913, nachmittags. Vorsitzender: Herr *E. v. Schweidler* (Innsbruck). Vorträge: 1. Herr *Charles G. Barkla* (Edinburgh): „Charakteristische Röntgenstrahlungen". Substanzen, welche von Röntgenstrahlen durchsetzt werden, emittieren dreierlei sekundäre Strahlungen. Eine dieser Strahlungen ist ähnlich der primären und besteht aus der zerstreuten Röntgenstrahlung; eine zweite ist ebenfalls eine Röntgenstrahlung, aber in ihrer Beschaffenheit sehr verschieden von derjenigen der primären; die dritte endlich ist eine Strahlung schnell bewegter Elektronen, ähnlich derjenigen der β-Strahlen radioaktiver Substanzen. Der Vortragende beschäftigt sich mit der zweiten Art von Strahlungen, deren Eigenschaften er zusammenfaßt. Die Strahlung ist eine homogene Strahlung, deren Absorbierbarkeit für das besondere, sie emittierende Element charakteristisch ist. Ihre Durchdringungsfähigkeit wächst mit dem Atomgewicht des strahlenden Elements; sie wird in einer Substanz nur dann erregt, wenn sie einer ‚X-Strahlung von stärker durchdringender Art ausgesetzt wird. Diese Regel ist einfach eine Erweiterung des Stockesschen Fluoreszenzgesetzes. Die Strahlung zerfällt in zwei Reihen (K- und L-Reihe); die Strahlung jeder dieser Reihen wird durchdringender, je höher das Atomgewicht des Elementes ist. Die Strahlung wird gleichmäßig nach allen Richtungen rund herum um die strahlende Substanz ausgesandt und ist unabhängig von der Fortpflanzungs- und Polarisationsrichtung der erregenden primären Strahlung. Ihre Intensität variiert mit der Absorbierbarkeit der primären Strahlung nach einem bestimmten Gesetz und ihre Emission wird von einer besonderen Absorption der erregenden primären Strahlung und einer besonderen Emission von Elektronen begleitet. Alle Versuche deuten darauf hin, daß die Erscheinung eine solche der Fluoreszenz ist, wo die betrachtete X-Strahlung aller Wahrscheinlichkeit nach ebenso homogen ist, wie das Licht einer gewöhnlichen Spektrallinie. Alles in allem ergibt sich eine völlige Identität zwischen der betrachteten Röntgenstrahlung und der Erscheinung des Lichtes. — 2. Herr *F. Neesen* (Berlin): „Versuche der Zentralstelle für wissenschaftlich-technische Untersuchungen über den Blitzschutz, insbesondere von Sprengstoffanlagen". Die Versuche konnten mit großen Mitteln ausgeführt werden. Hauptsächlich wurde eine Transformatorenanlage mit Schwingungskreis benutzt, welche Funken von 3000 mm Länge gab und ein Entladungsbild, das genau dem entsprach, welches die Blitzentladung nach photographischen Aufnahmen darbietet. Es zeigte sich, daß ein geschlossenes Gehäuse die in demselben befindlichen Leiter nur dann vor Seitenentladungen schützt, wenn die letzteren nicht mit außerhalb des Gehäuses befindlichen Leitern in Verbindung stehen, oder mit dem Gehäuse leitend verbunden werden. Für den Schutz von Fangstangen ergab sich ein Schutzkegel ähnlich dem von *L. Weber* angegebenen parabolischen. Der Schutzraum mehrerer Stangen ist erheblich größer als derjenige, welcher sich aus der Summe der Schutzräume der Einzelstangen ergibt. Versuche über Vorentladungen ergaben die Gefährlichkeit derselben. Diese Entladungen können vermieden werden, wenn die leitenden Körper, an welchen dieselben auftreten, mit dem Blitzableiter direkt leitend verbunden werden. In betreff der Frage der Entladung der zu schützenden Gegenstände geht aus dem Angegebenen hervor, daß eine besondere Erdung nicht zweckmäßig ist; es ist stets eine möglichst kurze Verbindung mit dem Blitzableiter selbst herzustellen. — 3. Herr *H. Dember* (Dresden): „Über die Erzeugung weicher Röntgenstrahlen". Aus den Messungen des Vortragenden ergibt sich, daß es nicht gelingt, Röntgenstrahlen unter 18,7 Volt angelegte Potentialdifferenz hervorzurufen. Berücksichtigt man die Kontaktpotentialdifferenz, die etwa von der Größe 2,8 Volt ist, was daraus geschlossen wird, daß Kaliumzellen im Dunkeln dieses Potential annehmen, und wird für die Anfangsgeschwindigkeiten der lichtelektrischen Elektronen der Wert 1,0 Volt eingesetzt, so ist die tatsächlich auf die lichtelektrischen Elektronen wirkende Potentialdifferenz (18,7 + 1,0 — 2,8) Volt = 16.9 Volt; es sind daher zur Erzeugung eines Röntgenimpulses mindestens

$$4{,}77 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{16{,}9}{300} = 26{,}9 \cdot 10^{-12}\ \text{erg}$$

notwendig. Hieraus kann man weiter die Wellenlänge λ der von den lichtelektrischen Elektronen erzeugten Röntgenstrahlung zu 74,5 $\mu\mu$ berechnen. Es sind dieses hiernach Röntgenstrahlen, deren Wellenlänge nahe an die des Reflexultraviolett (120 bis etwa 90 $\mu\mu$) heranreicht. Auch wird die Mindestenergie, welche zur Erzeugung eines Röntgenimpulses notwendig ist, entsprechend einer Vermutung von *Sommerfeld*, gleich der Ionisierungsarbeit, geleistet an dem Atom, das die Bremsung des Elektrons bewirkt. — 4. Herr *H. Kleinpeter* (Gmunden): „Zur Theorie der Erkenntnis in der Physik". — 5. Herr *M. Palagyi* (Budapest): „Über das Relativitätsprinzip in der modernen Physik und Naturphilosophie". — Herr *L. Schames* (Frankfurt a. M.): „Zustandsgleichung, Zustandsdiagramm und Assoziationshypothese". Die Assoziationshypothese gibt eine Zustandsgleichung, die die Widersprüche der van der Waalsschen Gleichung mit der Erfahrung nicht zeigt. Sie führt zur Annahme einer idealen Flüssigkeit, für die das van der Waalssche Dampfdruckgesetz exakt gilt. Letzteres gibt uns eine Existenzbedingung

für den wirklich flüssigen Zustand und veranlaßt uns zu einer Modifikation des Zustandsdiagramms. Dieses wiederum weist auf einen zweiten kritischen Punkt flüssig-fest für normale Substanzen hin, zu welchen bei sehr hohen Drucken auch Wasser zu zählen ist. — 7. Herr *A. v. Schütz* (Auerbach): „Eine Theorie der Atherstrahlung". — 8. Herr *J. Goldschmied* (Wien): „Die Konstitution der Materie und der Energie".

Sechste Sitzung am Donnerstag, den 25. September 1913, nachmittags. Vorsitzender: Herr *O. Lehmann* (Karlsruhe). Vorträge: 1. Herr *H. Gerdien* (Berlin): „Der Luftgeschwindigkeitsmesser der Siemens & Halske A.-G.". Nach gemeinsam mit Herrn *R. Holm* durchgeführten Versuchen. Das Prinzip des Apparates beruht auf der Kühlwirkung, die der zu messende Luftstrom oder ein von ihm abgezweigter Bruchteil auf elektrisch geheizte Widerstände ausübt; die Änderungen dieser werden auf ein an eine empfindliche Anordnung zur Widerstandsvergleichung angeschlossenes Zeigergalvanometer übertragen, dessen Skala unmittelbar in Geschwindigkeitsmaß geeicht wird. Die Einstellung dieses Instruments folgt nahezu momentan den Geschwindigkeitsänderungen des Luftstromes. Die elektrische Methode ermöglicht in einfacher und zuverlässiger Weise eine Fernanzeige und Fernregistrierung der Geschwindigkeit. Als Anwendung dieses Prinzips wurde der „Anemoklinograph" der genannten Firma demonstriert; der Apparat bewirkt die Fernmessung und Fernregistrierung der Windgeschwindigkeit, der Neigung des Windes gegen die Horizontale und der Windrichtung und hat nicht nur für die meteorologische Forschung, sondern auch für die moderne Flugtechnik große Bedeutung, da er ein eingehendes Studium der Windstruktur ermöglicht. — 2. Herr *Max Trautz* (Heidelberg): „Über spezifische Wärmen". Das starke Abfallen der spezifischen Wärmen unter die von der klassischen Theorie geforderten Werte, das man bei tiefen Temperaturen beobachtet, kann man bei festen Körpern doch in ihrem Rahmen deuten durch physikalische Polymerisation. Denn ihr Molekulargewicht ist im allgemeinen unbekannt. Das der Gase kennt man aber; Polymerisation scheidet demnach hier als Erklärung aus. Aber auch ihr Verhalten läßt sich ohne Quantentheorie darstellen, wenn jedes Gas aus einer begrenzten unstetigen Reihe von unmeßbar schnell miteinander ins Gleichgewicht kommenden Isomeren gleicher Molekülgröße besteht. Die Form der Gleichung für die Molarwärmen ist dann durch die Thermodynamik gegeben. Die Molarwärmen der einzelnen reinen Isomeren berechnen sich durch Voraussetzungen über ihre Struktur. In den beim absoluten Nullpunkt stabilen Isomeren müssen die Schwerpunkte der Atome sich decken. Diese neue Auffassung stimmt sehr gut mit allen Messungen von Gasmolarwärmen überein und führt namentlich auf chemischem Gebiet zu sehr einleuchtenden Vorstellungen über das Erlahmen aller chemischen Reaktion bei tiefen Temperaturen. Die mit steigender Temperatur gewissermaßen ruckweise eintretende Zerdehnung mehratomiger Moleküle führt so über eine Reihe von auch chemisch verschiedenen Zwischenzuständen zur völligen Zersetzung. So ergibt sich zugleich eine quantitativ faßbare Deutung der verschiedenen Stabilität und Reaktionsfähigkeit gewisser Gruppen in zusammengesetzten Molekülen, Hinweise auf die zusammengesetzten Radikale und die Natur der Edelgase. Es liegt dann nahe, das Strahlungsgesetz auf Grund der Voraussetzung abzuleiten, daß *alle* Wärmestrahlung chemischen Reaktionen entspringt. Die *Form* der meisten thermodynamischen Gleichungen ändert sich nicht bei dieser neuen Auffassung. — 3. Herr *J. Sahulka* (Wien): „Messung kleiner Kapazitäten und Selbstinduktionskoeffizienten". — 4. Herr *M. Born* (Göttingen): „Theorie des Gesetzes von *Eötvös*, eine Anwendung der Quantenlehre". Es wird der Gedanke verfolgt, daß die thermischen Schwingungen einer Flüssigkeit unter der Wirkung der molekularen Kohäsionskräfte, die sich im Innern durch die Kompressibilität, an der Oberfläche als Oberflächenspannung äußern, rein phänomenologisch berechnet werden können, als wäre die Flüssigkeit ein wahres Kontinuum, wobei die Gesetze der Hydrodynamik und der Kapillarität in formaler Weise benutzt werden. Die molekulare Vorstellung tritt darauf wesentlich an einer einzigen Stelle in Wirksamkeit; von den unendlich vielen Schwingungen des Kontinuums werden die ersten $3N$ abgeschnitten und mit den molekularen Schwingungen identifiziert. Hat man auf diese Weise die Verteilung der Schwingungen gefunden, so erhält man die freie Energie der Flüssigkeit aus den Planckschen Resonatorformeln in derselben Weise wie beim festen Körper. Aus der freien Energie ergeben sich nach den Regeln der Thermodynamik durch bloße Differentiations- und Eliminationsprozesse der Energieinhalt und die Zustandsgleichung des Innern und der Oberfläche. Für die letztere erhält man dabei eine Formel, die das Eötvössche Gesetz als speziellen Fall umfaßt, und zwar ergibt sich so nicht nur die Form dieses Gesetzes, sondern auch der Zahlenwert der Konstanten. Bemerkenswert ist, daß dieser durchaus von der Größe des Planckschen Wirkungsquantums h abhängt. Die entwickelte Theorie gibt Aufschluß über die in neuerer Zeit von *Walden* und *Swinne* gefundenen Abweichungen der Eötvösschen Konstante vom normalen Wert. — 5. Herr *Chr. Füchtbauer* (Leipzig): a) „Methoden zur quantitativen Untersuchung von Absorptionslinien, speziell der Natriumlinien", nach gemeinsam mit Herrn *Curt Schell* ausgeführten Versuchen; b) „Über Maximalintensität, Dämpfung und wahre Intensitätsverteilung von Absorptionslinien des Cäsiums", nach zusammen mit Herrn *W. Hofmann* angestellten Beobachtungen. Es wurden bei den Untersuchungen Absorptionsröhren benutzt, die vollständig in einem Ofen von konstanter Temperatur lagen. Die Röhren wurden mit sauerstoffreiem und trockenem Stickstoff gefüllt; das Metall wurde durch Überdestillieren in die Röhren hineingebracht. Die Absorption wurde nach der Methode der photographischen Photogrammetrie bestimmt. Die gewonnenen Resultate zeigen, daß die nach der Lorentzschen Stoßtheorie geforderte Proportionalität des Halbwertsintervalles mit dem Druck innerhalb etwas größerer Fehlergrenzen, die der stärksten Absorption mit dem reziproken Druck ziemlich genau vorhanden ist. Die Unabhängigkeit der Zahl der schwingenden Teilchen vom Druck des fremden Gases ist damit für das untersuchte Druckgebiet erwiesen und somit eine Grundlage für einen Vergleich verschiedener Serienlinien der nämlichen Serie geschaffen. Für das Verhältnis der zwei Linien eines Paares ergaben sich mit der Ordnungszahl abnehmende Werte. Die bisher genau gemessenen Werte wurden ganzzahlig und für verschiedene Alkalimetalle bei der nämlichen Ordnungszahl identisch gefunden. Die Werte des Halbwertsintervalls unterscheiden sich bei den beiden Linien eines Paares innerhalb der Fehlergrenzen nicht. Die aus dem Halbwertsintervall berechnete Störungszahl war in verschiedenen Fällen das 20- bis 30-fache von der aus der Gastheorie berechneten Zahl der Zusammenstöße. Die Größenordnung des Verhältnisses beider Zahlen war die gleiche bei Serien- und Bandenlinien. Mit Hilfe der von anderer Seite gemessenen Dampfdrucke läßt sich das Verhältnis der Elektronenzahl zur Zahl der Dampfatome berechnen. Für die Linien des ersten Paares der Serien ergeben sich beide Zahlen von gleicher Größenordnung.

Die Träger der Hauptserienlinien der Alkalimetalle scheinen also die gewöhnlichen neutralen Moleküle zu sein. Die bei den höheren Stickstoffdrucken sehr angenähert erreichte wahre Intensitätsverteilung ist eine unsymmetrische. Der Abfall der Absorption ist bei beiden Linien der Paare nach Violett steiler als nach Rot. — 6. Herr *F. Jentzsch* (Gießen): „Beobachtungen am Binokularmikroskop". — 7. Herr *Fr. Henning* (Charlottenburg): „Die Fixierung der Temperaturskala zwischen 0° und —183°". Die Eichung der Gebrauchsthermometer kann außer durch direkte Vergleichung mit bekannten Instrumenten dadurch erfolgen, daß man ihre Angaben bei den bekannten Temperaturen der Siede- oder Schmelzpunkte reiner Stoffe beobachtet. Für thermometrische Messungen unterhalb 0° eignen sich hierfür besonders der Siedepunkt des Sauerstoffs und der Sublimationspunkt der Kohlensäure, die vom Vortragenden in der Skala des Wasserstoffthermometers zu —183,01° und —78,52° neu bestimmt worden sind. Als sehr scharfer Fixpunkt hat sich auch der Erstarrungspunkt des Quecksilbers (—38,89°) ergeben. Weniger gut geeignet sind Erstarrungspunkte organischer Stoffe, da man nicht leicht ein Urteil über deren Reinheit gewinnen kann. Die Erstarrungspunkte von Äthyläther, Schwefelkohlenstoff, Chloroform und Chlorbenzol wurden zu bzw. —123,7°; —112,0°; —63,7° und —45,6° gefunden. — 8. Herr *H. Thirring* (Wien): „Zur Theorie der Raumgitterschwingungen und der spezifischen Wärme kristallinischer Körper". Der Vortragende zeigt, daß die Born- und Kármánsche Theorie der spezifischen Wärme regulär kristallinischer Körper sich mit Hilfe von Reihenentwicklungen vollständig durchrechnen läßt. Es wird die spezifische Wärme von Kupfer, Steinsalz und Sylvin bei tiefen Temperaturen berechnet; dabei ergeben sich Abweichungen von den beobachteten Werten im Betrage von 6 bis 16 %, die sich jedoch theoretisch rechtfertigen lassen. — 9. Herr *P. Cermak* (Gießen): „Demonstration des Peltiereffektes bei hohen Temperaturen". Den Peltiereffekt, d. i. die Erwärmung oder Abkühlung, die der elektrische Strom beim Übergang von einem Metall zu einem andern an der Lötstelle hervorruft, kann man mit zwei thermoelektrisch wirksamen Drähten zeigen, die so aneinandergelötet sind, daß der eine die Verlängerung des andern bildet, wenn man sie im Vakuum durch den elektrischen Strom zum Glühen bringt. Je nach der Stromrichtung wird das Glühen an der Lötstelle abgeschwächt oder verstärkt, so daß diese bei günstig gewählten Bedingungen entweder besonders hell oder dunkel zwischen den hellen Teilen der Drähte erscheint. Die größten Helligkeitsunterschiede erhält man bei Verwendung von Eisen-Konstantan, eine kleinere Wirkung, die dafür leichter einem größeren Kreise zu zeigen ist, wenn man Platin-Platinrhodium anwendet. — 10. Herr *Hans Schulz* (Berlin): „Interferenzapparat zur Prüfung von Planflächen". Von den bekannten Methoden zur Prüfung von Planflächen gibt die Beobachtung der Fizeauschen Streifen mit endlich dicker Luftschicht, also unter Ausschluß der infolge Adhäsion an der Vergleichsfläche stattfindenden Deformationen, die besten Resultate, insofern als die Form der Fläche direkt aus der Gestalt der Interferenzen ersichtlich ist. Die Optische Anstalt *C. P. Goerz* (Friedenau) hat unter Anlehnung an die zuerst von *Lummer* angegebene, von *Schönrock* veränderte Anordnung zur Beobachtung der Fizeauschen Streifen einen Apparat konstruiert, welcher Krümmungen bis etwa 8 km Radius mit Sicherheit zu messen gestattet. Erreicht wird diese Genauigkeit einerseits durch Vergrößerung des Objektivdurchmessers, andererseits durch Verwendung kürzerer Wellenlängen bei photographischen Aufnahmen, zu welchem Zweck die gesamte Optik einschließlich des die Normalfläche tragenden Keiles aus Uviolglas gefertigt ist. Mit dem Apparat wurde versucht, die Beziehung zwischen der Änderung der inneren Spannung in Glasstücken mit den dabei auftretenden Deformationen zu ermitteln. — 11. Herr *J. Traube* (Charlottenburg): „Über den kritischen Zustand". Gegen *Andrews'* Theorie gleicher Dichten sind bereits früher von verschiedenen Seiten Einwände erhoben worden, insbesondere von *de Heen* und dem Vortragenden. In *Traubes* Laboratorium war von *G. Teichner* eine Methode zur Prüfung der Dichtegleichheit ausgearbeitet worden, welche darauf beruht, daß man in den die Flüssigkeit enthaltenden Röhrchen eine Anzahl stecknadelkopfgroßer Glaskügelchen von verschiedener Dichte einschloß und bei und über die kritische Temperatur in einem Dampfthermostaten erhitzte. Die Versuche waren damals mit Chlorkohlenstoff ausgeführt und das Ergebnis war, daß die Kügelchen noch weit oberhalb der kritischen Temperatur in allen Höhen schwebten, so daß *Traube* und *Teichner* Veranlassung nahmen, sich gegen die klassische Theorie von *Andrews* zu wenden. Nachdem *Kamerlingh Onnes* und *Fabius* bei Nachprüfung von *Teichners* Versuchen mit Kohlensäure zu einem anderen Ergebnis gelangt waren, hat *Traube* seinen Schüler *Hein* veranlaßt, in einer sehr sorgfältig durchgeführten Untersuchung, ebenfalls an Kohlensäure, wiederum die Ergebnisse der holländischen Forscher zu revidieren. *Traube* und *Hein* konnten dabei eine Fehlerquelle bei den Versuchen von *Kamerlingh Onnes* und *Fabius* — bestehend in dem Einschmelzen eines Thermoelementes und dadurch erzeugte Konvektionen — nachweisen. Sie geben eine Reihe von Gründen an, welche dazu führen, die Kontinuitätstheorie zu verwerfen und durch die Zweiphasentheorie zu ersetzen.

Zuschriften an die Herausgeber.

Entgegnung an Herrn Privatdozenten Dr. Paul Kammerer.

Herr Privatdozent Dr. *Paul Kammerer* hat gelegentlich eines Artikels in dieser Zeitschrift (Heft 43 v. 24. Oktober 1913, p. 1025 ff.) in einer Fußnote die von meiner Seite in der *Neuen Freien Presse* v. 28. August d. J. erfolgte Besprechung seines Buches: „Bestimmung und Vererbung des Geschlechtes bei Pflanze, Tier und Mensch" in einer Weise abgetan, welche die von mir ausgesprochenen Bemängelungen kaum berührt, geschweige denn widerlegt und deren Ungewöhnlichkeit nur mit ihrer sachlichen Unrichtigkeit in eine Parallele gestellt werden kann. Obzwar ich der Angelegenheit keine besondere Bedeutung beilege, muß ich mich doch für berechtigt und verpflichtet halten, das Leserpublikum, vor welchem mir Herr Dr. *K.* eine „Lektion" erteilt, darüber aufzuklären, worum es sich handelt, und Herrn Dr. *Kammerer* darüber, daß, abgesehen von der — milde gesagt — Unhöflichkeit des Tones, eine sachliche Auseinandersetzung passender gewesen wäre. Nur eine solche hätte ihn zu der angewandten ironischen Schärfe vielleicht berechtigt.

In meiner Kritik soll außer einem „nomenklatorischen, also bloßen Worteinwand" alles übrige unbegründet sein. Dem „Worteinwand" gegenüber halte ich es aufrecht, daß es eine vollkommen unberechtigte und irreführende Übung ist, anstatt „Chromosom" „Kernkörperchen" zu sagen. Jeder, der etwas von Cytologie weiß, muß darin den Anlaß zu einer Begriffsverwirrung erblicken. Wenn schon die anerkannte und eingebürgerte Nomenklatur vor gedankenlosen Vertauschungen nicht

mehr sicher sein darf, wie wird sich bei weiterem Einreißen dieses Usus künftig die Verständigung auf wissenschaftlichem Gebiete gestalten? Die von mir beklagte Geringschätzung der deskriptiven Forschung, die von Herrn Dr. *Kammerer* zurückgewiesen wird, liegt nicht so sehr darin, daß jemandem gewisse Detailkenntnisse nicht gegenwärtig sind, sondern darin, daß er im Bedarfsfalle, wie dem vorliegenden, sich nicht einmal die kleine Mühe nimmt, in einem Lehrbuche nachzusehen, sondern lieber einen frei erfundenen Widersinn hinschreibt. (Hierüber weiter unten.) Auch spricht es nicht für besondere Schätzung, wenn Dr. *K.* sagt: „. . . . denn das (nämlich die Dinge, die jeder Student in den ersten Wochen erfährt) sind bei uns oft recht überflüssige Dinge". Interessant wäre es zu wissen, wer die „bei uns" sind. Ganz nebenbei halte ich die angefügte Bemerkung, daß Herr Dr. *K.* seine ersten Semester in dem Institute verbrachte, wo ich Assistent bin, gelinde gesagt, für eine geschmacklose Entgleisung; oder soll wirklich der Anschein erweckt werden, ein Assistent sei dazu da, um den Studenten das, was sie nicht behalten können oder wollen, einzupauken? Dann hätte ich allerdings meine Pflicht Herrn Dr. *K.* gegenüber gröblich verletzt. Ich verlangte ferner nicht, wie Herr Dr. *K.* behauptet, „mehr theoretische Erläuterungen", sondern fand bloß die Häufung des Tatsachenmateriales etwas zu stark, dagegen die daran geknüpften Auseinandersetzungen stellenweise zu wenig gründlich und klar. Hier ein von mir schon in meiner Besprechung berührtes Beispiel: in einem speziellen Fall (Anasa), in welchem die diploide Chromosomenzahl 22 ist, beträgt natürlich die haploide Zahl in den reifen Eizellen 11. *Kammerer* sagt in der Folge: „Die reifen Eier haben folglich im Gegensatz zu allen übrigen Zellen des Körpers öfters eine ungerade Zahl von Kernkörperchen. Das überzählige Chromosom, welches diese Ungeradheit ausmacht, ist eben das X-Chromosom." Hierzu ist zu bemerken: die ungerade Haploidzahl ist in diesem Falle bloß eine Folge des Umstandes, daß die Diploidzahl durch 2 dividiert eine ungerade Zahl gibt. Ist die Diploidzahl eine andere, z. B. 24, so ist die Haploidzahl keine ungerade mehr, sondern eine gerade. Durch die Hervorhebung der „ungeraden Zahl" wird trotz des einschränkenden „öfters" beim unbefangenen Leser ein ganz unwesentlicher Punkt in den Vordergrund der Aufmerksamkeit gerückt, und es liegt dadurch die Gefahr einer falschen Verallgemeinerung vor. Dies um so mehr, als auf der nachfolgenden Seite 27 bei der Besprechung der Chromosomenzahl in den reifen Samenzellen eine Reihe von Fällen angeführt wird, in denen die Haploidzahl zufällig eine gerade ist, was wieder ganz unzweckmäßigerweise hervorgehoben wird: „Jedesmal entspricht die höhere, gerade Zahl zugleich der Chromosomenzahl sämtlicher Eier". Es liegt ja hier, wie leicht ersichtlich, kein sachlicher Fehler vor, aber die vollkommen überflüssige Betonung eines unwesentlichen, zufälligen und leicht irreführenden Umstandes ist zum mindesten als den didaktischen Zwecken zuwiderlaufend zu bezeichnen. Ich bin daher aus diesen, wie aus anderen Gründen nicht geneigt, Belehrungen darüber zu empfangen, ob meine einem gemeinverständlichen Buche gegenüber erhobenen Einwände „alltäglich" sind oder nicht. Lächerlich ist endlich Herrn Dr. *Kammerers* Emphase, mit der er ausruft: „Ich stelle Sachen falsch dar, die schon den ersten Seiten jedes Lehrbuches entnommen werden könnten? Vielleicht anders, aber ob deswegen falsch?!" Dabei wird auf das Kapitel „Ei- und Samenreifung" verwiesen. Ich habe an diesem Kapitel seines Buches entgegen der Angabe *Kammerers*, abgesehen von der oben berührten Frage der geraden und ungeraden Zahlen, keine Kritik geübt, noch weniger es „am schärfsten beanstandet". Wogegen ich aber nachdrücklich protestieren muß, das ist die von Herrn Dr. *K.* aus eigener Machtvollkommenheit vorgenommene Beschränkung meiner Kompetenz auf diesen einzigen Abschnitt (Ei-Samenreifung). Worauf sich diese Kompetenzzuerkennung stützt, ist mir nicht klar. Es läge nahe, daran zu denken, ich hätte mich selbst wissenschaftlich produktiv auf diesem Gebiete betätigt. Ich habe aber in keiner meiner Arbeiten mich mit dem Reifungsproblem befaßt. Herr Dr. *K.* irrt also, wenn er etwa die angedeutete Kompetenzberechtigung für mich annimmt. Warum nun meine Verweisung gerade auf dieses, gleich manchem anderen von mir nicht kultivierte Gebiet? Vielleicht deswegen, weil *K.* seine eigene Kompetenz in der Lehre von den Geschlechtschromosomen, welche, wie die gesamte Cytologie, ihm, der eine durchaus andere Richtung einhält, gleichfalls nicht den geringsten Beitrag verdankt, nicht preisgeben möchte? Es fällt mir aber deshalb nicht ein, seine Kompetenz zu bestreiten; denn schließlich muß jeder Biologe imstande sein, auch Ergebnisse, denen seine eigene Produktion fernsteht, darzustellen.

Nun schließlich noch die Frage nach der Differenzierung von „falsch" und „anders". Die Darstellung, die Dr. *K.* von der Konjugation der Infusorien gibt, ist wohl ganz „anders", als man es bisher wußte, aber ob „richtig", mögen die entscheiden, die den Sachverhalt kennen, und das sind wohl mit Ausnahme *Kammerers* sämtliche Biologen. Man lese bei *Kammerer* p. 12 (die eingefügten Ziffern beziehen sich auf meine nachfolgenden Bemerkungen): „Eine besondere, von der Kopulation dem Grade nach verschiedene (1) und jedenfalls aus ihr hervorgegangene (2) Art der Heterogamie (3) findet sich bei den Wimperinfusorien, deren einen Vertreter wir im Pantoffeltierchen kennen lernten, und bei vielen Algen (4): die Konjugation. Zwei Zellindividuen nähern sich bis zur Berührung und bilden eine Substanzbrücke, die vom Zelleib des einen zum Zelleib des anderen hinüberführt. Nun teilen sich beide Zellkerne je in ein großes und kleines Stück (5): das große bleibt, wo es war (6); das kleine aber wandert (7) durch die Plasmabrücke ins andere Individuum hinüber bzw. herüber und verschmilzt (8) jeweils mit dem anderen größeren Kernstück, worauf sich die Zellindividuen wieder trennen. Das große Kernfragment mit dem ganzen Protoplasma seines Zellindividuums bildet hier die in Ruhe bleibende Makrogamete (Eizelle) (9); das kleine, von verschwindend geringer Plasmamenge begleitete Kernfragment, welches ausgetauscht wird, ist hier die bewegliche Mikrogamete (Samenzelle) (10). Der Vorgang ist kaum mehr von der Begattung eines höheren Tieres verschieden, speziell in der Form der wechselseitigen Befruchtung von Zwittern, wie zweier Lungenschnecken oder des Regenwurms (11)." Hierzu bemerke ich:

1. Es ist unverständlich, wieso die Konjugation von der Kopulation dem Grade nach verschieden sein soll.

2. Ebensowenig kann es als erwiesen betrachtet werden, daß die Konjugation aus der Kopulation hervorgegangen ist.

3. Die Konjugation ist, wenigstens bei Paramaecium, eine Isogamie und keine Heterogamie. Selbst dort, wo die Konjugation einen heterogamen Charakter hat (Vorticellinen), kann die irrtümliche Anwendungsweise des Terminus Hetcrogamie im Sinne *Kammerers* nicht als maßgebend bezeichnet werden. Daß *K.* bei der Anwendung des Terminus Heterogamie nicht etwa die vereinzelten Angaben über geringgradige Verschiedenheiten der Konjuganten bei gewissen Ciliaten *(Bütschli, Enri-*

quez) vorgeschwebt haben, geht aus seiner ganzen Erläuterung hervor.

4. Mir ist keine Alge bekannt, die Konjugation zeigt. Doch will ich die Entscheidung den kompetenten Botanikern überlassen.

5. Es sind von Anfang an zwei Zellkerne vorhanden; von einer Entstehung des Makronukleus und des Mikronukleus aus einem einzigen Kern beim Beginn der Konjugation dürfte kein Protozoenforscher etwas wissen. Auf p. 9 verrät übrigens *K.* eine, wenn auch nicht ganz klare Kenntnis der Kernduplizität bei den Infusorien, nach drei Seiten ist diese Kenntnis jedoch schon verraucht.

6. Das große Stück bleibt nicht, wo es war, sondern zerfällt und verschwindet.

7. Das kleine wandert nicht ins andere Individuum, sondern, abgesehen von seiner falsch geschilderten Herkunft, geschieht etwas viel Komplizierteres.

8. Ebensowenig kann, nachdem das Bisherige unrichtig war, auch der von *K.* geschilderte Verschmelzungsprozeß dem wahren Sachverhalt entsprechen.

9. Der Vergleich des großen Kernes mit dem Makrogameten kann demnach ebensowenig wie

10. der des kleinen mit dem Mikrogameten als gelungen bezeichnet werden.

11. Bei voller Anerkennung der naheliegenden Analogie mit der Begattung und Wechselbefruchtung bei höheren Tieren muß nach dem Vorangegangenen eine Ableitung dieser Analogie auf etwas anderem Wege erfolgen.

Noch Eines: Ist es didaktisch richtig, konsequent und überhaupt den Tatsachen entsprechend, daß auf p. 12 Paramaecium als Beispiel für Konjugation, auf p. 9, Z. 14 v. u. als solches für Kopulation angeführt wird? (Figurenverwechslung ist ausgeschlossen!) Ist das auch „anders", aber deshalb noch nicht „falsch"?

Ich glaube, dargetan zu haben, daß Herrn Dr. *Kammerers* Replik keinen Anspruch auf Berechtigung erheben kann, und daß ich nichts von meinen Äußerungen zurückzunehmen brauche. Die Art und Weise aber, in der mich Herr Dr. *Kammerer* zurückwies, und meine heutige genauere Darlegung entheben mich wohl der Pflicht einer weiteren Äußerung, selbst für den Fall, daß Herr Dr. *Kammerer* in sachlicherer Weise und in würdigerem Tone noch einmal auf die Angelegenheit zurückkommt.

Wien, den 8. November 1913.

Prof. Dr. H. Joseph.

Bemerkungen zur Entgegnung des Herrn Prof. Dr. Joseph.

Daß Herr Prof. *Joseph* seinen Angriff auf mein bescheidenes Werkchen *„Bestimmung und Vererbung des Geschlechts"* (Leipzig, bei *Theod. Thomas*, 1913), durch meine Antwort gezwungen, ausführlicher und an zuständiger Stelle wiederholt, darüber freue ich mich sehr: weil meine Leser dadurch in die Lage kommen, die Berechtigung der Kritik zu prüfen. An früherer Stelle („Neue Freie Presse"!) war sie nämlich nur geeignet, die Arbeit vor nicht sachverständigem Publikum zu diskreditieren, um so mehr, als jede Begründung fehlte. Hier nun werden an drei Beispielen tatsächliche Handhaben geboten:

I. Daß es ein terminologisches Versehen war, die Chromosomen mit dem anderweit vergebenen Ausdruck *„Kernkörperchen"* statt *„Kernschleifen"* zu benennen, gab ich ja schon früher[1]) zu; ich wollte eine deutsche Bezeichnung haben, welche die Verallgemeinerung der selteneren Schleifenform vermeidet. Durch die Art, wie ich dies unter Nennung aller Synonyme einführte, schaltete ich die Verwirrung und die Verwechslung mit den Nukleolen vollständig aus — auch für den Laien. Trotzdem sei gern nochmals zugestanden, daß mein Vorgehen nach den Nomenklaturregeln unstatthaft war.

II. Daß es mir aus didaktischen Gründen zweckmäßig erschien, auf mögliche Entstehung ungerader Haploidzahlen bei Reduktion gerader Diploidzahlen (und umgekehrt) hinzuweisen, war so vieler Worte nicht wert. Herrn Prof. *J.* gefällt es nicht; aber er sagt selbst, daß keinerlei Unrichtigkeit vorliegt. Hätte ich keine anderen als diese von *J.* so streng und oft gerügten gemacht, so wäre mein Buch eines der vollkommensten in der Weltliteratur.

III. Am schwerwiegendsten erscheint jedoch der Vorwurf gegen meine Darstellung der Konjugation von Paramaecium. *J.* müßte mir hier weit überlegen sein; er ist Protozoenforscher, Zytolog — auf seine Kenntnisse der Zellenlehre bezog sich auch meine Erwähnung seiner Kompetenz in einschlägigen Problemen der Ovo- und Spermiogenese; er hat den Vorgang oftmal gesehen und photographiert —, was alles mir nicht beschieden ist. Ich war also auf die Zuziehung der Literatur und einer von *J.* gefertigten Mikrophotographie angewiesen, die meinem Buch zur Zierde gereicht und wofür ich ihm dankbar bin.

Erscheint es aussichtslos, seine den meinigen widersprechenden Angaben zu entkräften? Es kommt mir nicht darauf an, meine Darstellung zu retten, sondern nur, das Richtige herauszufinden. Und mich gegen den Anwurf zu wehren, ich hätte „frei erfundenen Widersinn" niedergeschrieben. Da bin ich allerdings genötigt, mich auf meine Quellen zu berufen, deren Autoren sich doch vielleicht mit *J.*, u. a. auch in seinen zuvor genannten Spezialgebieten, messen können. Man vergleiche meine, von *J.* oben wörtlich abgedruckte, Darstellung mit derjenigen von *R. Hertwig*[1]):

„Nach der Reifung teilt sich der Geschlechtskern in einem jeden Konjuganten in zwei Kerne, einen oberflächlich gelegenen Wanderkern und einen in den inneren Schichten des Protoplasmas gelagerten stationären Kern. Die Wanderkerne werden ausgetauscht und verbinden sich mit den stationären Kernen des anderen Tieres, womit die Befruchtung vollzogen ist." — Bei *Hesse* und *Doflein*[2]) findet sich folgende Beschreibung:

„In interessanter Weise ist die Heterogamie bei den Wimperinfusorien abgeändert. Hier legen sich zwei Individuen aneinander und verbinden sich durch eine Plasmabrücke. Nach einer Reihe von vorbereitenden Vorgängen an den Kernen erfolgt in jedem der beiden Individuen eine Kernteilung; von den beiden Teilstücken des Kernes wandert von jeder Seite das eine in den anderen Paarling hinüber und verschmilzt mit dem dort verbliebenen Teilstück des eben geteilten Kernes. Man bezeichnet diese Art der Kopulation als Konjugation. Dieser Vorgang, der sich als gegenseitiger Austausch je einer Kernhälfte darstellt, kommt auf das gleiche hinaus, wie wenn jedes der beiden Individuen sich in einen großen Makro- und einen sehr kleinen Mikrogameten mit verschwindend wenig Protoplasma teilte, und dieser Mikrogamet mit dem anderen Makrogameten kopulierte. Das dürfte wohl auch der Ursprung des sonderbaren Vorgangs sein." — *Claus-Grobben*[3]) hält sich (siehe noch ein späteres Zitat) strenge an die originale Be-

[1]) Diese Zeitschrift, Nr. 43 S. 1025, Fußnote.

[1]) Biol. Zentralbl. XXXII, 1912, S. 44.
[2]) Tierbau und Tierleben I, S. 452.
[3]) Lehrbuch der Zoologie, 7. Aufl. 1905, S. 245.

schreibung von *R. Hertwig*[1]). — *V. Haecker*[2]) sagt speziell von Paramaecium caudatum, daß der vierte Mikronucleus-Abkömmling (Geschlechtskern *R. Hertwigs*, Ersatzkern *Hatschecks*) „sich abermals teilt und einen *weiblichen Vorkern* („stationären Kern" *R. Hertwigs*) und einen *männlichen Vorkern* („Wanderkern" *R. Hertwigs*) liefert. Ersterer verbleibt im Körper des betreffenden Paarlings, während der andere in den anderen Paarling wandert und mit dem weiblichen Vorkern desselben zum *„Furchungskern"* verschmilzt." —

Diese Zitate dürften genügen: sie enthalten eine vollständige Erledigung sämtlicher Punkte, in die *J.* meine Darstellung zerfasert. Ich ließ nur die komplizierten Kernmetamorphosen weg, die dem Verschmelzungsprozeß vorausgehen und folgen, da sie für meine Aufgabe, den Anfängen der Geschlechtsdifferenzierung im Tierreich nachzugehen, nicht in Betracht kamen; ebensowenig hatte ich Veranlassung, von denjenigen Kernanteilen zu sprechen, die gleich Nahrungspartikeln resorbiert werden. Nach nochmaliger, durch *J.* veranlaßter Prüfung kann ich nur finden, daß meine Absicht, das allein Wesentliche herauszuarbeiten, nämlich die Vorgänge an den Geschlechtskernen, mir dem belehrenden Zweck entsprechend gelungen ist. Stünde ich aber mals vor derselben Aufgabe, ich könnte sie kaum anders lösen, kaum Nutzen ziehen aus dem sonstigen Vorteil der Kritik, die den Gegner auf Fehler aufmerksam macht, ohne daß diesem Dankespflicht erwächst.

Nehme ich trotzdem noch einmal die J.schen Einteilungspunkte vor, so ergeben sich darauf folgende Antworten:

1. Die Konjugation ist von der Kopulation dem Grade nach verschieden, weil sich die Konjuganten nur vorübergehend, die Kopulanten dauernd vereinigen. Siehe noch die späteren Zitate aus *Hatschek*, *Haecker* und *O. Hertwig*.

2. Daß die Konjugation aus der Kopulation hervorging, ist eine verbreitete Hypothese; ich habe sie weder erfunden, noch behauptet, daß sie sicher erwiesen sei, sogar ein einschränkendes Wort beigefügt. Siehe noch den Beginn des obigen Zitates aus *Hesse*.

3. Die Konjugation bei Paramaecium erscheint als Heterogamie mit Rücksicht auf verschiedene Lagerung, Strahlung und Plasmabegleitung des stationären und Wanderkernes. Die Ansicht, daß es darauf ankommt und nicht auf gleiche Größe und Beschaffenheit der ganzen Zellindividuen, ist anscheinend verbreiteter. Der Wanderkern samt der ihn begleitenden geringen Plasmamenge entspricht dem Mikrogameten, der stationäre Kern mit dem ganzen übrigen Plasma dem Makrogameten. Siehe, außer wiederum bei *Hesse*, besonders das vorhin gegebene Zitat aus *Haecker*. In anderer Auffassung kann diese Konjugation anders als Isogamie gelten; es erschien unzweckmäßig, die für mein Thema bedeutungsarme Streitfrage aufzurollen.

4. Eine ganze Algenordnung führt nach ihrer häufigsten Fortpflanzungsart den Namen *„Konjugaten"*; quantitative Unterschiede zwischen den einzelnen Fällen, zu deren Aufzählung in meinem Buche nicht die geringste Veranlassung bestand, scheinen zahlreicher und feiner abgestuft zu sein als bei den Protozoen (einer der Paramaecium ähnlichsten Fälle dürfte derjenige der Entomophthoracee Basidiobolus sein, vgl. *Fairchild*[3]), weshalb von den Botanikern die Ausdrücke „Konjugation" und „Kopulation" oft synonym verwendet werden, so bei *Oltmanns*[4]). Lehrreich hierfür ist auch ein Zitat aus *O. Hertwig*[5]): „Während bei den Desmidiaceen Kopulation isoliert lebender Zellen beobachtet wird lehren uns die *Zygnemaceen*, wie sich die Kopulationsprozesse auch bei Zellkolonien abspielen können, bei denen viele Einzelzellen zu langen Fäden in einer Reihe untereinander verbunden sind. Wenn in dem dichten Fadenfilz, mit welchem die Alge die Gewässer überzieht, zwei Fäden eine längere Strecke nahe beieinander liegen, kommt es zwischen benachbarten Zellen zu *‚Konjugationen'*."

5. Nirgends sagte ich, daß Makro- und Mikronucleus nicht von Anfang an vorhanden sind; auch nicht, daß beide aus einem einzigen Kern entstehen, obwohl dies am Ende der Konjugation tatsächlich geschieht: „Nun verschmelzen die ausgetauschten Kerne mit den zurückgebliebenen weiblichen Kernen, um sich nach eingetretener Spindelbildung in zwei Kerne zu teilen, von denen der eine in den inzwischen voneinander getrennten Individuen nach Neubildung der Mundöffnung zum neuen Makronucleus, der andere zum neuen Mikronucleus wird" (*Claus-Grobben*, l. c. S. 245). — „Aus den Kernspindeln (Teilstücken des Ersatzkernes) entsteht sowohl der neue Großkern, als auch der neue Ersatzkern" (*Hatschek*[1])). Auf diesen von *Hatschek* Ersatzkern, von *R. Hertwig* Geschlechtskern genannten Zellbestandteil, den Mikronucleus der ruhenden Zelle, hatte ich allein Rücksicht zu nehmen; warum soll ich just denjenigen Kern gemeint haben, der in der Generationsfolge gar keine kontinuierliche Rolle spielt und namentlich für die Genese der Sexualitätstrennung von niemandem herangezogen werden würde? Daß ich solches Beiwerk, welches meine Beschreibung — zumal für Laien — nur unverständlich gemacht haben würde, wegließ, muß doch in *J.s* Sinne gelegen sein, dem das von mir beigebrachte Tatsachenmaterial ohnehin schon zu „gehäuft" vorkam.

6. Diesem Punkt ist nach dem Vorausgegangenen kaum etwas hinzuzufügen: er erledigt sich nach Aufklärung des unbegreiflichen Mißverständnisses, daß ich bei meiner Schilderung gerade den zerfallenden, unbeteiligten Makronucleus mit dem alles beherrschenden Geschlechtskern verwechselt haben sollte.

7. Steht zu jeder klar verständlichen Darstellung jedes Autors in offenem Widerspruch. Man ersehe dies nochmals aus allen Zitaten oder schlage selbst beliebige, davon handelnde Schriften, ja die elementarsten Lehrbücher auf, deren Einsichtnahme *J.* mir so angelegentlich empfiehlt.

8. Hiervon gilt dasselbe wie von 7: manches am Konjugationsprozeß ist ja noch strittig und selbst zwischen den Protozoenforschern (vgl. nur beispielsweise die Antithesen von *Schaudinn* einerseits, *R. Hertwig*, *Enriques* und *Popoff* andererseits) ungeschlichtet; gerade aber die Kernverschmelzung wird in vollkommener Einhelligkeit geschildert.

9. bis 11. beantworten sich durch Einsicht in meine Erledigung von Punkt 6—8.

„Noch Eines" im Nachtrag: man darf für Konjugation insofern auch Kopulation sagen, als letztere der übergeordnete Begriff, erstere der Spezialfall ist. Vgl. meine Antwort auf Punkt 4 sowie das obige Zitat aus *Hesse*, *O. Hertwig* und den botanischen Autoren. *Hatschek* l. c. S. 60, unterscheidet *dauernde* und *vorübergehende* Konjugation, *Haecker*, l. c. S. 204, *totale* und *partielle* Konjugation, wobei unter der dauernden und totalen die Kopulation, unter der vorübergehenden und partiellen die Konjugation s. str. verstanden wird. *O. Hertwig* also sagt gelegentlich Kopulation statt Konjugation, *Hatschek* und *Haecker* umgekehrt Konjugation für Kopulation. Mithin hätten auch diese Autoren didaktisch unrichtig, unkonsequent und nicht den Tatsachen entsprechend berichtet! — —

[1]) Über die Konjugation der Infusorien, München 1889 (Zit. n. *Claus-Grobben*, S. 240).
[2]) Praxis und Theorie der Zellen- und Befruchtungslehre (Jena 1899), S. 140.
[3]) Bonner Cytol. Studien 1897.
[4]) Morphologie und Biologie der Algen I. Jena 1904.
[5]) Allgemeine Biologie, 4. Aufl. (Jena 1912), S. 340.

[1]) Lehrbuch der Zoologie, S. 60, 61. Jena 1888.

Füglich dürfte ich mit *J.s* Schlußsatz schließen, wobei nur überall, wo er „Dr. *Kammerer*“ schreibt, „Prof. *Joseph*“ zu setzen wäre. Doch möchte ich noch einige Worte über meine Stellung zur deskriptiven Biologie äußern, da *J.* dabei bleibt, ich bezeige dieser Forschungsrichtung Mißachtung. Gewiß gibt es solche Hitzköpfe, allein ich gehöre im vorliegenden Falle ausnahmsweise nicht dazu. In meinem Buch konnte wohl die schärfste Brille keine Silbe von Geringschätzung ausfindig machen; doch nun fühlt *J.* in sich die beschreibende Zoologie getroffen, da ich in meiner Replik sagte, man lerne bei uns (wie an allen höheren und niederen Schulen der Welt) auch Überflüssiges. Warum das ein Vorwurf für die deskriptive Methode sein soll, ist schwer einzusehen. Um Ähnlichem künftig vorzubeugen, erkläre ich hiermit ausdrücklich, daß ich die beschreibende Naturgeschichte als Voraussetzung der experimentellen für unbedingt notwendig, insbesondere auf unserem Gebiet gründliche Formenkenntnis für unentbehrlich halte. Ich selbst, heute allgemeiner und Experimentalbiolog, war ursprünglich Systematiker, Angehöriger einer beschreibenden Disziplin, und die meisten Fragestellungen meiner Arbeiten sowie die Wahl der zu ihrer Lösung geeigneten Objekte wären mir ohne solche morphologische Fundierung unmöglich gewesen.

Wien, den 18. November 1913.

Dr. Paul Kammerer.

Besprechungen.

Kayser, Emanuel, Lehrbuch der Geologie. II. Teil. Lehrbuch der geologischen Formationskunde. 5. Aufl. Stuttgart, Ferd. Enke, 1913. VIII, 852 S., 190 Fig. u. 97 Taf. Preis geh. M. 22,—, geb. M. 24,60.

Zum fünften Male erscheint der zweite Teil von *E. Kaysers* Lehrbuch der Geologie, enthaltend die geologische Formationskunde, in neuer und erweiterter Auflage. Wenn man die Jahreszahlen der einzelnen Auflagen vergleicht, 1890, 1902, 1908, 1911, 1913, so ergibt sich schon hieraus deutlich die sich steigernde Anerkennung und Beliebtheit des trefflichen Werkes. Heute ist *Kaysers* Geologie das, man kann sagen, herrschende Lehrbuch in Deutschland, das verbreitetste, umfassendste und beste neuere Werk. Speziell ist der hier zu besprechende 2. Teil die einzige neuere Formationskunde größeren Umfangs, wenn wir von der freilich viel weiter ausholenden, aber wohl noch lange nicht völlig erschienenen Lethaea geognostica absehen. Auf 852 Seiten bringt *Kayser* übersichtlich die ganze Fülle der Ergebnisse, Anschauungen und Probleme der historischen Geologie, auf 97 Tafeln sind die wichtigsten Versteinerungen der verschiedenen Formationen dargestellt, 190 Textfiguren bringen weiterhin einzelne besonders wichtige Profile, Karten, Vorkommen und Fossilien zur Darstellung, die große Anzahl der vergleichenden Tabellen der Schichtfolgen und Einteilungen in verschiedenen Gegenden ist ganz besonders wertvoll und verdienstlich, eine Fülle von Anmerkungen verweist auf die für eingehenderes Studium wichtigsten Werke, endlich erhöht das 84 Seiten umfassende eingehende und genaue alphabetische Register den Wert und die Brauchbarkeit des Werkes außerordentlich.

Die Anordnung des Stoffes ist schon durch das Thema gegeben. Nach einer Einleitung (S. 1—15), welche allgemeine Vorbemerkungen, eine Übersicht über die Einteilung der Sedimentformationen sowie ein Kapitel über den Ursprung und frühesten Zustand der Erde enthält, folgt ein Abschnitt über die Azoische oder Archäische Gesteinsgruppe (Urgebirge) (S. 16—36), darauf die Eo- oder Archäozoische Formationsgruppe (S. 37—51), das Paläozoicum mit der kambrischen, silurischen, devonischen, karbonischen, permischen Formation (S. 52—334), das Mesozoicum mit Trias, Jura, Kreide (S. 335—567), endlich das Neozoicum mit Tertiär und Quartär (S. 568—768).

Bei den einzelnen Formationen folgen sich meist die Abschnitte in der Ordnung, daß zuerst Allgemeines und Geschichtliches (erste Benennung und Gliederung), dann Verbreitung und Entwicklung der Formation kommt, wobei mit der klassischen Entwicklung oder bestgekannten Gegend begonnen und darauf die weiteren verschiedenen Gebiete mit ihren Einteilungen besprochen werden. Dabei sind naturgemäß deutsche Vorkommen besonders eingehend behandelt, doch auch ausländische entsprechend ihrer Wichtigkeit durchaus nicht vernachlässigt. Vergleichende Tabellen geben das Entsprechende der verschiedenen Ausbildungs- und Einteilungsarten an. Paläogeographische Fragen schließen sich an, sind aber mit einer gewissen Zurückhaltung behandelt. Darauf folgt ein Abschnitt über den paläontologischen Inhalt der betreffenden Formationen, jeweils in wünschenswerter Weise durch Tafeln und Abbildungen begleitet und veranschaulicht.

Diese Einteilung der Abschnitte ist jedoch bei den einzelnen Formationen nicht schematisch durchgehalten. Wo der Stoff es forderte und die genauere Kenntnis es ermöglichte, sind weitere Unterabteilungen eingeführt, so z. B. bei der Trias die kontinentale und die pelagische Ausbildung getrennt behandelt, beim Jura mitteleuropäischer, alpiner und russischer Jura, denen dann freilich die außereuropäischen Jurabildungen als nicht gleichartige Unterabteilung gegenüberstehen. Bei der Kreide ist gegenüber *E. Haugs* Dreiteilung an der bisherigen Zweiteilung in Unter- und Oberkreide festgehalten. Beim Tertiär wird auch im paläontologischen Abschnitte Alt- und Jungtertiär getrennt behandelt. Beim Quartär entspricht die eingehende Berücksichtigung der prähistorischen Menschenreste (Paläo- und Neolithicum umfassend) dem heutzutage allgemein herrschenden großen Interesse für diese Fragen; vier Tafeln und mehrere Textbilder mit Schädelresten, Werkzeugen und Zeichnungen des Urmenschen illustrieren den Text, und eine vergleichende geologisch-archäologische Gliederung des deutsch-alpinen Diluviums unternimmt die schwierige Parallelisierung der geologischen und der Kulturstufen, die freilich im einzelnen sich wohl durch noch weitere Nachweise erst zu bestätigen haben wird. —

Wie die Abfassung eines derartigen Lehrbuches eine die Kräfte eines einzelnen fast überschreitende Aufgabe ist, bei der ungeheuren Menge des darzustellenden Stoffs und der Vielseitigkeit der Fragen und Probleme, bei dem Umfang der Literatur und der Verantwortung, welche ein derartiges Werk mit sich bringt, so bedeutet auch die Fortführung eine nicht zu unterschätzende Leistung. Die ganze neu erscheinende Literatur muß kennen gelernt, jedes einzelne gewogen und erwogen werden, inwieweit es zu Änderungen im Einzelnen oder Ganzen Anlaß gibt, dabei darf über dem Einzelnen der große Plan und die Übersichtlichkeit und Einheitlichkeit des Werkes nicht Schaden leiden. Diese Gefahr liegt auch darin, wenn einzelne Kapitel anderen überlassen werden, wie dies zum Teil schon jetzt bei *Kayser* der Fall ist. So lobens- und wünschenswert die Aufnahme auch der neuesten Ergebnisse ist, so birgt sie auch manchmal die Gefahr, später korrigieren zu müssen.

Indem so immer Neues hinzugefügt, immer wieder das Alte verbessert und erneuert wird, wächst der Umfang des Werkes von Auflage zu Auflage, und schon heute ist *Kaysers* Lehrbuch in einer Weise angeschwollen, daß es bald nach innerer und äußerer Fülle nicht mehr als Lehr-, sondern als Handbuch bezeichnet werden kann. Dem Anfänger in der Geologie wird ein solches Werk kaum leicht dienlich sein, ihn betäubt und verwirrt der reiche Inhalt bei aller Klarheit. Selbst für die Bedürfnisse des Stu-

dierenden, der sich nicht speziell mit Geologie oder Geographie zu befassen hat, dürfte es wohl zu umfangreich sein; um so wertvoller ist es allen denjenigen, die sich eingehender mit Geologie befassen, ein sicherer Wegweiser auch allen denen, die mit den Grundlagen vertraut, von benachbarten Gebieten kommend, sich gern über die eine oder andere Formation oder Frage näher informieren wollen.

Auch die neue Auflage zeigt sich nach bloß zwei Jahren der alten gegenüber wiederum bereichert und erweitert. Besonders der den Urmenschen betreffende Abschnitt ist fast völlig erneuert worden. Erweitert ist die Behandlung der postkarbonen Pflanzenwelt, deren Glieder nun auch in den Abbildungen sich würdig vertreten zeigen. Als weitere wertvolle Bereicherung ist die Tafel hervorzuheben, die uns einiges aus den wundervollen Funden *Walcotts* aus dem Kambrium von Nordamerika darstellt.

Alles in allem ist das Werk zweifellos das beste und empfehlenswerteste größere Lehrbuch der Geologie, das wir zurzeit in deutscher Sprache besitzen.

Ernst Fischer, Halle a. S.

Beyschlag, F., P. Krusch und J. H. L. Vogt, Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine nach Form, Inhalt und Entstehung. II. Band, 2. Hälfte. Stuttgart, Ferd. Enke, 1913. XXVII u. S. 279—727 u. 109 Abbildungen. Preis M. 14,40.

Dammer, B., und O. Tietze, Die nutzbaren Mineralien mit Ausnahme der Erze, Kalisalze, Kohle und des Petroleums. I. Band. Stuttgart, Ferd. Enke, 1913. XV, 501 S. u. 97 Abbild. Preis geh. M. 15,—, geb. M. 16,40.

Das dreibändig gedachte Werk von *Beyschlag, Krusch, Vogt* beschäftigt sich mit denjenigen nutzbaren Mineralien und Gesteinen, die bei dem (als zweibändig beabsichtigten) Buche von *Dammer* und *Tietze* ausgeschlossen sind. Beide Werke ergänzen sich somit inhaltlich, was mit Rücksicht auf die Arbeitsstätte der Verfasser — sie gehören mit Ausnahme des norwegischen Gelehrten *J. H. L. Vogt* sämtlich der geologischen Landesanstalt in Berlin an — offenbar auf Absicht beruht. Abgesehen von dieser mehr äußerlichen Zusammengehörigkeit ist das Wesen der beiden Werke ziemlich verschieden, indem in der Lagerstättenkunde von *Beyschlag und Gen.* mehr auf allgemeine Gesichtspunkte Nachdruck gelegt wird, um den Charakter eines Lehrbuches zu wahren, während *Dammer* und *Tietze* sich vorwiegend auf technische Angaben (Vorkommen, Verwendung, chemische Untersuchungsmethoden, Bewertung und Produktionsstatistik) beschränken. Das letztere, aus Beiträgen von Sachkundigen *(Bärtling, Dammer, Krusch, Pufahl, Scheibe, Tietze)* bestehende Werk kann somit als ein Handbuch gelten, wie es auf diesem Gebiete bis jetzt wohl fehlte.

Der vorliegende Band von *Beyschlag und Gen.* behandelt den Schluß der gangförmig (d. h. als Spalten- oder Hohlraumausfüllung) vorkommenden Erze und die Erzlager, die als sedimentäre Bildungen angesprochen werden müssen. Im Anschluß an jede Ganggruppe ist das metasomatische Vorkommen des betreffenden Erzes besprochen. Man versteht in der Erzlagerstättenkunde unter *Metasomatose* die allmähliche Verdrängung von Bestandteilen eines Gesteins durch die Schwermetalle aus erzführenden zirkulierenden Lösungen.

Als sedimentäre Erzbildungen sind vor allem die Eisenerze wichtig, deren Verbreitung und Reichhaltigkeit durch die Arbeit des 11. internationalen Geologenkongresses (1910) eingehend festgestellt worden sind. Weiterhin kommen besonders die Manganerzlager, der Kupferschiefer und schließlich das Vorkommen von Zinnstein, Gold und Platin in Seifen (geologisch junge, daher meist lockere Trümmerlagerstätten) in Betracht.

Der I. Band des Buches von *Dammer* und *Tietze* befaßt sich mit den Elementen (Diamant, Graphit, Schwefel), den Sulfiden, Oxyden, Halogeniden, Boraten, Nitraten und Karbonaten, während zum Schluß die Uran-, Thorium- und Radiumerzlagerstätten zusammenfassend behandelt werden.

Beide Werke sind mit einer Anzahl Figuren und Kartenskizzen ausgestattet. *H. E. Boecke, Halle a. S.*

Research in China. Published by the Carnegie Institution of Washington Volume Three, Washington 1913.

1. *Walcott, Charles D., The Cambrian Faunas of China;* p. 1—276, pl. 1—24 and 9 Text-Figures.
2. *Weller, Stuart, A Report on Ordovician Fossils collected in Eastern Asia in 1903—04;* p. 277 bis 295, pl. 25—26.
3. *Girty, George H., A Report on Upper Palaeozoic Fossils collected in China in 1903—04;* p. 296 bis 334, pl. 27—29.

Mit diesen drei Untersuchungen fast ausschließlich paläontologischen Inhalts bereichert der III. Band der „Research in China" die bisherigen Kenntnisse über die Geologie Ostasiens nicht unbeträchtlich. Durch die vom Carnegie-Institut ausgerüstete Chinaexpedition, die Dr. *Baily Willis* und *Eliot Blackwelder* ausführten, gelangte nach 18 Jahren ein alter Wunsch von *Charles D. Walcott*, des namhaftesten Kenners des nordamerikanischen Kambriums, in Erfüllung. Seit *Freiherr v. Richthofen* zum ersten Male kambrische Versteinerungen in China nachgewiesen hatte, war *Walcott* überzeugt von der überaus großen Bedeutung, die einem genauen Vergleich zwischen den kambrischen Sedimenten des westlichen Nordamerika und dem älteren Paläozoicum Ostasiens beigemessen werden mußte. Die dazu unerläßlichen genauen stratigraphischen Untersuchungen und umfangreichen Fossilaufsammlungen hatten nun *Willis* und *Blackwelder* ausgeführt. Trotzdem verschob *Walcott* noch bis auf einige vorläufige Publikationen die Auswertung des Materials, bis er Prof. *Iddings*, der zur Untersuchung von Eruptivgesteinen Japan und China bereiste, dazu veranlassen konnte, sich auch nach der Mandschurei zu wenden, um in der Provinz Liautung kambrische Fossilien für das Smithsonian-Institut zu sammeln. *v. Richthofens* Ergebnisse hatten dort reiche Fundstellen bereits sehr wahrscheinlich gemacht. Das durch vorübergehende Aufsammlungen so zusammengebrachte Material ist reich genug, um mit Sicherheit vorauszusagen, daß die kambrische Tierwelt Chinas an Reichhaltigkeit denen von Amerika und Europa ebenbürtig zur Seite steht.

Nur die allerwichtigsten Resultate, die die Untersuchung dieser Aufsammlungen lieferte, seien hier gewürdigt.

Zunächst ergab sich die Entdeckung eines Teils der unterkambrischen Fauna und einer mittelkambrischen von ganz außerordentlich weiter Entfaltung. Diese letztere zeigt durchaus denselben allgemeinen Charakter, wie die im Cordillerengebiet des westlichen Nordamerika. Auch die aufgefundene oberkambrische Fauna ist der im Cordillerengebiet und im Bereich des oberen Mississippi in den Vereinigten Staaten vergleichbar.

Aus der Übereinstimmung der oberen Zone des unteren Kambriums in China mit den aus der Salt Range in Indien stammenden Faunen, ergab sich die Möglichkeit einer genauen Altersbestimmung der indischen Horizonte, die man früher bald für oberkambrisch, bald für noch jünger angesprochen hatte.

Eine weitere wichtige Entdeckung war die des Vorkommens einer Fauna im mittleren Kambrium Chinas, die recht enge Beziehungen zu der gleichaltrigen Fauna

von Mont Stephen in Britisch Columbia und weiterhin zu der von Idaho, Utah und Nevada aufweist.

Durch die Bestimmung des Alters der Man-t'o-Schiefer gelang es auch, die Zeit genauer zu bestimmen, in der das kambrische Meer Ost- und Südostasien überflutete. Dabei zeigte es sich, daß es etwas später erfolgte als die Transgression im Gebiet der Becken von Lena und Jenessei im heutigen Sibirien.

Eine sehr erwähnenswerte Bereicherung unserer Kenntnis von der Tierwelt des Kambriums bedeutet die Auffindung eines einwandfreien Cephalopoden in einer nachweislich oberkambrischen Fauna. Dieser immerhin überraschende Befund wird durch eine Spezies des Genus Cyrtoceras belegt.

Ein historischer Überblick der Kenntnis des älteren Paläozoicums in Ostasien, ein über 100 Spezies umfassendes Verzeichnis solcher Formen, die seit ihrer Aufstellung eine Umnennung erfahren mußten, und ein alphabetisches Literaturverzeichnis vermitteln das Rüstzeug zur Beschäftigung mit dem Gegenstand der Untersuchung. Ein Verzeichnis der Fundorte mit den an jedem einzelnen vorkommenden Genera und Spezies wird dagegen besonders für künftige Untersuchungen über die geographische Verteilung der verschiedenartigen Unterfaunen in Frage kommen.

An der Basis des gesamten Sinischen Systems, dessen tiefere Teile das Kambrium bildet, liegt eine bedeutsame Diskordanz, wie sie überall in den bekannten Ablagerungsgebieten kambrischer Sedimente vorzuliegen scheint. Offenbar stellte der asiatische Kontinent vor der Transgression ein niedriges Festland von sehr unbedeutenden Niveauunterschieden dar, von mächtigen Tonen und Sanden bedeckt, die durch Verwitterung entstanden, in epikontinentalen, nichtmarinen Depressionen abgesetzt wurden.

Die wichtigsten Bestandteile der beschriebenen kambrischen Fauna sind Brachiopoden (13 Genera und 36 Spezies), Gastropoden (5 G. und 11 Sp.), Pteropoden (2 G. und 11 Sp.) und Trilobiten mit 35 Gattungen und 175 Arten.

Dementsprechend nehmen die Trilobiten auch 18 von den 24 technisch sehr vollkommenen Fossiltafeln ein. Einige Genera sind ausschließlich aus China bekannt geworden: Stephanocore, Teinistion, Blackwelderia, Damesella und Drepanura. Alle anderen Gattungen sind auch im westlichen Nordamerika und in Westeuropa vertreten. Die auffälligsten in Amerika und Europa vorhandenen Formen, die in China gänzlich fehlen, sind aus dem atlantischen Typus: Paradoxides, und aus dem pacifischen: Olenoides, Dicellocephalus und Neolenus.

Will man auf Grund der Haupthorizonte des Kambriums in Asien versuchen, faunistische Provinzen aufzustellen, so würden in Frage kommen:

1. Die Schantung-Provinz einschließlich der Mandschurei und Schansi als Unterprovinz;
2. die Punjab-Provinz mit dem Gebiet von Yünnan, und
3. die sibirische Provinz.

Gegenüber der umfangreichen Bearbeitung des chinesischen Kambriums durch *Walcott* besitzen die kleineren Arbeiten über ordovicische Fossilien von *Weller* und über jungpaläozoische von *Girty* weniger allgemeine Bedeutung, schon aus dem Grunde, weil sie genötigt sind, sich auf ein viel unvollständigeres, zum Teil sehr lückenhaftes Material zu stützen.

Ein Teil des ordovicischen (untersilurischen) Materials stammt aus der Provinz Schantung. Die wenig zureichende Erhaltung genügt gerade zur einwandfreien Feststellung des Alters. Reichere und bessere Aufsammlungen entstammen der Provinz Ssich'uan. Die Analyse dieser Fauna ergibt, daß es sich um eine Mischung baltischer und nordamerikanischer Formen aus den Vaginatenkalken und den Mohawkschichten handelt.

Das von *Girty* bearbeitete jungpaläozoische Versteinerungsmaterial entstammt einer Reihe verschiedener Lokalitäten in Schantung, Schansi und Ost-Ssi-ch'uan. Die meisten Formen sind oberkarbonischen Alters, einige sind älter und nur sehr wenige wohl permisch.

J. Weigelt, Halle a. S.

Schlee, P., Zur Morphologie des Berner Jura. (Sonderabdruck aus den Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in Hamburg. Bd. XXVII.) Hamburg, L. Friederichsen & Co., 1913. 42 S. u. 23 Abbild. Preis M. 3,—.

Absicht des Verfassers ist es, weniger neue Beobachtungen zu liefern oder Theorien aufzustellen, als vielmehr durch eine sorgfältig und methodisch zusammengebrachte Folge von photographischen Aufnahmen das klassische Gebiet eines Faltengebirges, den Schweizer Faltenjura, Geographen und Geologen so anschaulich zu machen, wie es ohne Selbstschauen möglich ist. Der Zweck ist also ein vorwiegend didaktischer. So zieht es der Verfasser auch vor, statt aus dem weiten Bereiche des ganzen Gebirgszuges einzelne typische Beispiele zusammenzusuchen, nur ein einzelnes, aber auserlesenes kleines Gebiet um so gründlicher darzustellen.

Dies geschieht in außerodentlich hübscher Weise, indem eine Wanderung quer durch den Berner Jura von Süd nach Nord, von Grenchen über Court und Montiers bis ins Delsberger Becken, über die Faltenberge und durch die Täler und Klusen in einer Reihe photographischer Aufnahmen wiedergegeben wird. Diese sind so aneinander gefügt, daß jeweils der zurückzulegende Weg und die Punkte für die nächsten Aufnahmen auf den vorhergehenden Bildern zu sehen sind und also die Bilderfolge nie ihren Zusammenhang verliert. Auf dem beigegebenen Ausschnitt der Dufourkarte sind die Standorte und die Richtung der Aufnahmen mit den entsprechenden Zahlen vermerkt, so daß das Ganze im Verein mit der Karte und den Erläuterungen des Textes in der Tat ein recht instruktives Mittel zur Veranschaulichung der betreffenden Gegend und ihres natürlichen Formenschatzes bietet. Die Aufnahmen sind durchweg gut gewählt und geglückt. Auch als Lichtbilder käuflich (Optisches Institut von *A. Krüß*, Hamburg), stellen sie ein hervorragendes Demonstrationsmaterial dar und das Ganze wird fast unverändert auch als Lichtbildervortrag sich ausgezeichnet lehr- und genußreich gestalten lassen.

Ein anschließender zweiter Teil behandelt im Zusammenhang eine Anzahl der bereits schon vorher berührten Fragen und gibt dem Verfasser Gelegenheit, seine Stellung zu einer Anzahl schwebender Streitpunkte zu präzisieren, ohne doch prinzipiell Neues zu bringen. Eine besonders eingehende Besprechung erfährt das interessanteste dieser Probleme, das der Klusenbildung. Der Verfasser stellt sich auf den Standpunkt einer tektonischen Bedingtheit derselben, wie sie zuerst von *De la Noë* und *de Margerie* ausgesprochen worden ist. Die Klusen wären demnach weder antezedent und in ihrer Lage völlig unabhängig vom Faltenbau des Gebietes, noch auch anderseits erst nachträglich durch rückschreitende Erosion gebildet — eine Möglichkeit, die der Verfasser höchstens für einzelne Ausnahmefälle zuzugeben geneigt ist —, sondern sie sind in ihrer Lage durch die ursprünglich tiefsten Stellen der eben entstehenden Faltenrücken bedingt worden und haben diese bei fortwährender Faltung sich einschneidend festgehal-

ten. Ihre Lage ist also an ursprüngliche quergerichtete Depressionen geknüpft. Eine Anzahl von Längsprofilen durch verschiedene Ketten beweist in der Tat die fast regelmäßige Verknüpfung der Klusenbildung mit den tektonisch tiefsten Punkten der Faltenrücken.

Innerhalb des gesteckten Rahmens bildet das vorliegende Werkchen mit seinem ausgezeichneten Bildermaterial und dem verständlichen Deutsch einen sehr erfreulichen Gegensatz zu dem schlecht illustrierten Kauderwelsch mancher anderen, „deduktiven", Morphologien neueren Datums.

Ernst Fischer, Halle a. S.

Astronomische Mitteilungen.

Photometrische Beobachtungen des Tierkreislichtes teilt in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4693 *B. Fessenkoff* von der Pariser Sternwarte mit. Die Helligkeitsmessungen des Zodiakallichtes, dessen Natur bekanntlich immer noch nicht ganz aufgeklärt ist, sind an einem neuen Astrophotometer der Pariser Sternwarte, das speziell für Helligkeitsmessungen an Flächen bestimmt ist, ausgeführt. *B. Fessenkoff* gibt seine Messungen in den Astr. Nachr. an und hat zugleich ihre Ergebnisse mit den verschiedenen Theorien über die Natur des Tierkreislichtes verglichen. Er kommt zu dem Resultat, daß die vorliegenden Messungen einzig und allein mit der Annahme zusammenstimmen, daß das Tierkreislicht eine Wolke kosmischen Staubes darstellt, die die Sonne umgibt und von ihr beleuchtet wird.

Über das System der Milchstraße liegen neue und sehr wichtige Untersuchungen von *E. Hertzsprung* (Potsdam) auf Grund spektroskopischer Messungen der Radialgeschwindigkeiten bestimmter veränderlicher Sterne (vom δ-Cephei-Typus) vor, die in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4692 zur Mitteilung gelangen. Es folgt daraus als wichtigste Tatsache, daß das Milchstraßensystem sehr flach sein muß.

Eine rasche Helligkeitsabnahme des periodischen Kometen Westphal, die viel stärker in Wirklichkeit ist, als nach der Bahnberechnung zu erwarten war, ist von *K. Graff* auf der Hamburg-Bergedorfer Sternwarte und außerdem von *v. Buttlar* nach den Mitteilungen in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4691 konstatiert worden. Bereits Ende Oktober war der Westphalsche Komet schwächer als von der 12¼. Größenklasse und konnte kaum noch wie ein ganz verwaschener Nebelfleck erkannt werden.

Über die Protuberanzen oder Wasserstofferuptionen in der Chromosphäre der Sonne liegt eine umfassende Untersuchung von dem italienischen Astronomen *A. Ricco* vor, die eigene, über dreißigjährige Messungsreihen jener Erscheinung umfaßt. Die wichtigsten Schlußfolgerungen, die *Ricco* daraus zieht, sind die folgenden: Die Epochen der Maxima und Minima der Protuberanzen fallen mit der Periode der Sonnenflecken zusammen. Die mittlere Höhe der Protuberanzen ist am größten zur Zeit der Fleckenmaxima. Entsprechend dem Periodenverlauf bei den Flecken ist auch bei den Protuberanzen die Zwischenzeit vom Minimum zum Maximum kleiner als die entsprechende Zeit zwischen Maximum und Minimum. Alle näheren Einzelheiten sind in den *Memoiren der italienischen spektroskopischen Gesellschaft* Bd. 2, 147 mitgeteilt.

Probleme der modernen Astronomie lautete der Titel eines aufsehenerregenden und eindrucksvollen Vortrags, den *Prof. v. Seeliger* (München) auf der letzten Naturforscherversammlung (Wien 1913) hielt. Das 11. Heft der Zeitschrift *Sirius* gibt einen Auszug dieses Vortrages, und an dieser Stelle sei auf die wichtigsten Gedanken desselben kurz hingewiesen.

Aus der Astrometrie und speziell der Erforschung von Planetenoberflächen mittels des Fernrohrs wird der mit Recht als aufgebauscht bezeichneten Marsfrage gedacht. Mit einer gewissen Beschämung nur, sagt der berühmte Münchener Astronom, blickt man auf den „Marsrummel" zurück, der wohl abzuklingen scheint, aber noch nicht ganz überwunden ist. Es handelt sich hierbei in erster Linie um die scheinbar geradlinigen Marskanäle, die zu Phantasiegebilden, von überintelligenten Bewohnern jenes Planeten ausgeführt, gestaltet wurden. Und doch zeigt das größte Fernrohr der Erde auf der nordamerikanischen Mount-Wilson-Sternwarte, wie auch schon früher an dieser Stelle vom Unterzeichneten hervorgehoben wurde, keine gradlinigen Kanäle mehr, sondern vielmehr seiner größeren optischen Auflösungskraft entsprechend nur einzelne Flecken von ungefähr strichartigem Verlaufe.

In der modernen Astrophysik handelt es sich im wesentlichen um zwei Probleme, nämlich um die Erforschung der Zusammensetzung der Sterne durch Spektralbeobachtungen und um die Ermittlung von Bewegungen der Sterne, besonders in der Gesichtslinie, aus Verschiebungen der Spektrallinien nach dem bekannten Dopplerschen Prinzip. Die Bestimmung der Geschwindigkeit und Richtung einer Fixsternbewegung mit Bezug auf den irdischen Beobachter stellt ein jetzt gelöstes, noch vor wenigen Jahrzehnten für einen unerfüllbaren Traum gehaltenes Problem dar und hat zur Auffindung von bestimmten Sternströmen im Universum geführt. Aus den Untersuchungen über die physische und chemische Beschaffenheit der Weltkörper entwickelte sich in der neueren Zeit die Überzeugung, daß im wesentlichen alle Gestirne aus den gleichen Stoffen wie Sonne und Erde bestehen. Nur der verschiedene Zustand jener Stoffe, entsprechend einer verschiedenen Temperatur, bedingt die Unterschiede zwischen den einzelnen Weltkörpern, und so bildet die Temperatur das natürlichste Einteilungsprinzip für die verschiedenen Sterntypen. — Im Anschluß an diese Betrachtungen kommt *Seeliger* schließlich zur Sonne, auch ein Fixstern, wenn man sie aus fernen Welten betrachtet. Die Temperatur der Sonne an ihrer Oberfläche beträgt etwas über 6000 Grad C., aber die Sonne muß, wenn auch unmerklich, langsam an Leuchtkraft verlieren. Schließlich kann man sich im Weltall überhaupt einen Endzustand völliger Ausgeglichenheit denken, wo alle Geschwindigkeiten und Temperaturunterschiede verschwunden sind und das Universum in eisiger Ruhe erstarrt liegt. Der Gedanke, sagt *Seeliger*, daß nicht nur der einzelne Mensch, sondern auch die ganze Gattung, und alles, was auf der Erde lebt, der Vernichtung verfallen ist, wirkt auch auf den, der dem eigenen Leben keinen ungebührlich hohen Wert beimißt, tief erschütternd. Solche Gedanken kann die Wissenschaft nicht verscheuchen, denn sie weist nach gleichen Zielen, nur verschiedene Möglichkeiten offen lassend. Es kann nicht zweifelhaft sein, daß die Wärmestrahlung der Sonne, die alles Leben auf der Erde nährt, allmählich aufhören wird, und daß schließlich die Lebensbedingungen für höher organisierte Wesen verloren gehen werden.

Das Ende des Menschengeschlechts wird also langsam, aber unaufhaltsam herannahen, vielleicht aber auch in Form einer plötzlichen Vernichtung. Wer möchte leugnen, so schließt Prof. *Seeliger* seine hierin vielleicht allzu pessimistischen Betrachtungen, daß das Verhängnis in einer Staubwolke verborgen liegen kann, die nach unwandelbaren mechanischen Gesetzen sich uns nähert, um die Erde und das ganze Planetensystem und

alles, was hier gelebt und gedacht hat, in verzehrender Flamme zu vernichten? Wer will behaupten, daß nicht etwa das Aufleuchten eines neuen Sterns die in wenigen Augenblicken sich vollziehende Vernichtung geistiger Werte ankündigt, Werte, die unvergleich höher sind als alles, was die kleine Erde jemals hervorbringen konnte? ·

Über die praktische Ausnutzung der Sonnenenergie sind neuerdings wichtige und beachtenswerte Mitteilungen von astronomisch-technischer Seite in der *Norddeutschen Allgemeinen Zeitung* (1913, Nr. 183) erschienen, an die im folgenden kurz angeknüpft sei. Gerade da, wo man am besten die Sonnenenergie ausnutzen kann, in den tropischen Regionen der Erde, spielen industrielle Unternehmungen bisher nur eine untergeordnete Rolle. Da, wo der stärkste Kohlenverbrauch stattfindet und die Industriezentren zusammengedrängt liegen, ist die praktische Verwertung der Sonnenenergie meteorologisch durch eine nur unregelmäßige Sonnenscheindauer und astronomisch durch das mit dem tieferen Sonnenstande zusammenhängende schräge Einfallen der Sonnenstrahlen erheblich ungünstiger. Man kann ausrechnen, daß in den Tropen 1 qkm etwa 1800 Wärmeeinheiten in der Stunde von der Sonne empfängt, was einer Verbrennung von 1000 t Kohlen in derselben Zeit entsprechen würde. Nimmt man ein Gebiet von 10 000 qkm, etwa so groß wie das Großherzogtum Mecklenburg-Schwerin, in tropischen Breiten an, so würde dort jährlich, wenn die Sonne täglich nur sechs Stunden unausgesetzt dort scheint, eine Energiemenge erzeugt werden, die der Verbrennung von 20 000 Millionen Tonnen Kohlen gleichkäme oder gleich dem Zwanzigfachen der gesamten jährlichen Kohlenproduktion der Erde. Rechnet man schließlich die Energiemenge von der Sonne für das Gebiet der Wüste Sahara (rund 6 000 000 qkm) aus, so könnte man dort jährlich von der Sonne die ungeheure Energiemenge von 13 Billionen Tonnen Kohlen empfangen. Es wären also tatsächlich für die praktische Verwertung der Sonnenenergie zum Ersatz der allmählich abnehmenden Kohlenvorräte der Erde zwei Aufgaben zu lösen. Einmal müßten die Sonnenstrahlen z. B. in der Saharawüste als irgendeine Energieform aufgespeichert werden durch bestimmte physikalische oder chemische Prozesse und zweitens müßte eine Einrichtung gefunden werden, um aus den tropischen Erdregionen mit stärkster Sonnenwirkung die daselbst aufgespeicherte Energie nach den für die Industrie maßgebenden Ländern der gemäßigten Zone hinüber zu schaffen.

A. Marcuse.

Kleine Mitteilungen.

Die Frage, ob die **Bewegungen der Protozoen,** deren vielverschlungene Bahnen keinerlei Regelmäßigkeiten erkennen lassen, wirklich im strengen Sinne als *ungeordnet* anzusehen sind, sucht *Przibram (Pflügers Arch.* Bd. *153,* S. 401—405, 1913) durch Anwendung der Einstein-Smoluchowskischen Theorie der Brownschen Molekularbewegung zu entscheiden. Nach dieser Theorie ist das mittlere Quadrat der Verschiebung, die ein Teilchen in gleichen Zeitintervallen in irgendeiner Richtung erfährt, diesem Zeitintervall proportional. Diese Beziehung ergibt sich lediglich aus der „Unordnung" der Bewegung. Die Zahlenangaben zeigen nun in der Tat, daß für die Bewegung der untersuchten Formen *(Paramäcium, Colpidium, Trachelomonas)* diese zahlenmäßige Beziehung sehr nahe Gültigkeit hat. Daß es sich hierbei aber nur um eine formale Analogie handelt, ergibt sich einerseits aus der absoluten Größe der beobachteten Verschiebungen, die von ganz anderer Größenordnung sind, als es die Brownschen Bewegungen für Teilchen von der Größe der Protozoen sein würden, und anderseits daraus, daß die Steigerung der Bewegungsgeschwindigkeit mit der Temperatur nicht proportional der absoluten Temperatur ist, wie bei der Molekularbewegung, sondern den Temperaturkoeffizienten zeigt, der für die Beschleunigung chemischer Reaktionen charakteristisch ist. Die Geschwindigkeit wächst bei einer Erhöhung von 15° auf 25° um das 2,04fache, während der Steigerung der absoluten Temperatur nur eine Zunahme von 3 % anstatt 104 % entsprechen würde. *P.*

Die **eßbaren indischen Schwalbennester** bestehen aus dem erhärteten Sekret der Speicheldrüsen der „Salangane" (Collocalia), einer zu den Mauerseglern gehörigen Form. Die Grundsubstanz der Nester stellt eine Eiweißverbindung, ein Glykoproteid dar, unterscheidet sich aber von den bekannten Verbindungen dieser Körpergruppe, den Mucinen, speziell von den Produkten der Speicheldrüsen der Säugetiere, in vielen Punkten. *Zeller (Zeitschr. f. physiol. Chemie* Bd. *86,* 1913, p. 85—106) hat versucht, vor allem die Konstitution des Kohlenhydratkomplexes dieser Eiweißverbindung aufzuklären. Es ergab sich, daß aus ihr zwei reduzierende Substanzen durch Säurehydrolyse abgespalten werden können, deren jede etwa 10 % des Glykoproteids ausmacht. Für die erste dieser Substanzen, die bei längerem Kochen mit Säure zerstört wird, ist es fraglich, ob sie zu den Kohlehydraten gehört, die zweite, gegen Kochen mit Säure (4 % Schwefelsäure) widerstandsfähige, ist ein Kohlehydrat, dessen Natur aber nicht aufgeklärt werden konnte. Jedenfalls handelt es sich nicht um Glukosamin, wie man vermuten könnte. Weitere Untersuchungen über diese Körper wären erwünscht. *P.*

Die zeitlichen Beziehungen zwischen Speichelabsonderung und Sauerstoffverbrauch in der Speicheldrüse. Die Tätigkeit der Speicheldrüse ist, wie seit langem bekannt, mit einer beträchtlichen Steigerung des Sauerstoffverbrauches in der Drüse verbunden. *Barcroff* und *Piper (Journal of Physiology* Bd. 44, 1912, p. 359—373) haben nun untersucht, wann die Steigerung dieses Verbrauches ihr Maximum erreicht, und wann er wieder bis zu der ursprünglichen Höhe abgesunken ist. Dabei hat sich die bemerkenswerte Tatsache ergeben, daß das Maximum des Sauerstoffverbrauches wesentlich *später* erreicht wird als das der Speichelabsonderung, zu einer Zeit, wenn der Speichelfluß schon fast aufgehört hat, und daß erst etwa zwei Minuten (bei langdauernder Reizung noch länger) nach dem völligen Versiegen der Speichelabsonderung der Sauerstoffverbrauch wieder seinen normalen Wert erreicht. Der Leistungszuwachs, den der Stoffwechsel der Drüse erfährt, wenn sie 1 ccm Speichel absondert, beträgt nach diesen Versuchen 0,85 mg Sauerstoff oder, in Wärmemaß ausgedrückt: 2,72 cal. Leider ist der Gehalt des Speichels an organischen Substanzen in diesen Versuchen nicht bestimmt, sonst könnte man eine Zahl berechnen, die dem Nutzeffekt des Muskels entsprechen und angeben würde, welche Energiemenge aufgewendet werden muß, um eine bestimmte Menge organischer Sekretstoffe zur Absonderung zu bringen. *P.*

Berichtigung.

In dem Aufsatz „Die Höttinger Breccie" S. 1125 muß es Zeile 8 von oben heißen Isartal statt Inntal.

Für die Redaktion verantwortlich: *Dr. Arnold Berliner,* Berlin W. 9.